COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 MAI 1870.

PRÉSIDENCE DE M. LIOUVILLE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Président annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de *M. Lamé*, Membre de la Section de Géométrie, décédé le 1er mai 1870.

ÉLECTRO-CHIMIE. — *Mémoire sur la cause des effets électriques produits au contact des métaux et de l'eau distillée; par* **M. Becquerel**. (Extrait.)

« La propriété que possèdent les corps poreux et la surface des corps d'absorber et de fixer les gaz par affinité capillaire, suivant l'état de cette surface et la température, intéresse les sciences physico-chimiques et la physiologie. J'en ai fait une nouvelle étude, dans le Mémoire que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, et dont je vais lui faire connaître succinctement les principaux résultats.

» J'ai commencé par rappeler les expériences de Dobéreiner, de Dulong et de Thenard, sur la propriété que possèdent l'éponge de platine et la surface des corps, d'opérer la combinaison de l'hydrogène et de l'oxygène, soit à la température ordinaire, soit à des températures plus ou moins élevées, ainsi que celles de T. de Saussure, sur la propriété du charbon et des corps poreux d'absorber les gaz dans des proportions différentes.

» J'ai cherché d'abord quelle pouvait être la force électromotrice du charbon et des métaux purs, lorsqu'ils sont plongés dans l'eau distillée dans des appareils de platine et conservée dans des vases de même metal et non de verre, afin d'éviter la présence de la soude. Ces corps conducteurs forment trois catégories, sous le rapport de leurs forces électromotrices : la première se compose du charbon; la seconde de l'or, du platine, du palladium et de l'iridium; la troisième de l'argent et des métaux oxydables. Dans chacune de ces catégories, les corps possèdent une force électromotrice spéciale : dans la première, le charbon est ordinairement négatif; dans la seconde, les métaux sont tantôt positifs, tantôt négatifs, suivant la température et la nature des gaz absorbés; dans la troisième, quand les métaux ont été chauffés, ils sont constamment positifs.

» Si l'on plonge dans deux coupes d'agate, contenant de l'eau distillée et communiquant ensemble avec une bande de papier à filtrer, deux cylindres de charbon chimiquement pur (1), en rapport avec un galvanomètre à très-long fil, l'un dans la première des capsules, l'autre dans la seconde, on n'a point, en général, de courant électrique, quand ils sont convenablement préparés; mais si l'on retire de l'eau l'un des deux cylindres, et qu'on élève sa température depuis 100 degrés environ jusqu'à la température rouge, en l'enfermant dans un tube de platine, afin d'éviter le contact de la flamme, et qu'on le replonge dans l'eau, après refroidissement, il devient plus ou moins négatif, suivant la température à laquelle il a été porté. Cet état négatif résulte de la propriété que possède le charbon, quand il a absorbé de l'air, de produire ensuite lentement de l'acide carbonique, action chimique qui rend le charbon négatif et l'eau positive.

» L'action de l'eau distillée sur les métaux inoxydables donne lieu à des effets électriques remarquables, qui sont en rapport avec le pouvoir que possède la surface de ces métaux d'absorber les gaz, et particulièrement l'hydrogène et l'oxygène de l'air, et d'en laisser échapper une partie quand on élève leur température; selon que l'un des deux gaz domine sur l'une des surfaces, on a des effets électriques contraires. Voici les effets obtenus avec deux barreaux de platine fondu, provenant du même échantillon, que je dois à l'obligeance de M. Henri Sainte-Claire Deville, et rendus aussi homogènes que possible : en les frottant avec du papier de verre et en les tenant plongés dans l'eau distillée, il n'y a pas de courant, ce qui annonce que les deux fils sont dépolarisés ou bien qu'ils produisent deux courants

(1) Préparé avec du charbon de sucre candi et dont les produits hydrogénés ont été enlevés par le chlore, puis le chlore par l'hydrogène, et ce dernier par l'eau bouillante.

égaux et dirigés en sens contraire, courants dus au gaz de même nature adhérant aux surfaces et qui sont sur chacune d'elles en égales proportions. Supposons que l'on retire de l'eau l'un des deux fils, et qu'on l'expose à un courant de gaz hydrogène, il devient fortement négatif lors de son contact avec l'eau; avec l'oxygène l'effet est inverse; si l'on sature le métal ou sa surface successivement des deux gaz, il devient négatif, d'où l'on tire la conséquence qu'il absorbe plus d'hydrogène que d'oxygène. Ces propriétés aident à expliquer les effets ci-après :

» Si on expose un fil de platine à une température de 100 degrés, dans un tube chauffé au bain-marie pendant quelques minutes, il devient négatif; en prolongeant l'action calorifique pendant une demi-heure, et même moins, il prend ordinairement l'état positif, lors de son contact avec l'eau; retiré de l'eau et chauffé pendant quelques instants un peu au-dessous du rouge, il devient encore négatif, puis positif quand il est chauffé au rouge blanc, refroidi et plongé dans l'eau distillée. Chauffé pendant quelques instants dans l'eau distillée en ébullition, il perd assez fréquemment sa polarité. Voici comment on peut expliquer ces effets : le platine qui a absorbé de l'hydrogène est négatif, par suite de sa réaction sur l'eau, et il reste tel en le chauffant jusqu'au rouge, où il devient positif; à ce moment, l'affinité capillaire de l'hydrogène pour le platine est détruite, et le gaz se dégage. Pendant le refroidissement le métal absorbe de l'air qui le rend positif lors de l'immersion, tandis que l'eau est négative. Le platine qui a absorbé de l'oxygène donne des effets contraires, quand le platine a été chauffé pendant plus ou moins de temps à 100 degrés et même au-dessous, ensuite au-dessous du rouge jusqu'au rouge blanc, comme on vient de le dire.

» Les effets obtenus ne peuvent s'expliquer qu'en admettant :

» 1° La décomposition de la vapeur d'eau atmosphérique ou de l'eau sous l'influence du métal, à une température plus ou moins élevée;

» 2° Une différence dans le mode d'absorption de l'hydrogène et de l'oxygène suivant la durée de l'action calorifique, comme je le démontre dans mon Mémoire. Je dirai seulement que, lorsque cette action est prolongée hors du contact de l'eau, l'hydrogène se dégage, l'air est absorbé pendant le refroidissement, et le métal devient alors positif lors de son contact avec l'eau.

» Notre confrère M. Henri Sainte-Claire Deville a trouvé que lorsqu'on chauffe au rouge, dans un fourneau à reverbère, un tube de platine ou de porcelaine, rempli de gaz azote et entouré d'un manchon de porcelaine contenant de l'hydrogène, ce dernier gaz traverse le tube, et sa pression s'ajoute à celle de l'azote : ne pourrait-on pas admettre que, dans les ex-

périences précédentes, l'hydrogène provenant de la flamme qui a servi à élever la température du métal, ayant été absorbé par ce dernier, est une des causes du dégagement de l'électricité? Cette cause peut intervenir, mais n'est pas la seule.

» Je ferai remarquer qu'en chauffant le métal renfermé dans un tube de verre où l'on a fait le vide avec la machine pneumatique, il devient encore négatif, en le plongeant dans l'eau; il serait possible alors que la faible quantité de vapeur d'eau qui se trouve encore dans le tube, en se décomposant, rendît le platine négatif.

» L'expérience suivante vient à l'appui de cette explication. Au lieu de chauffer le métal retiré de l'eau, à un foyer de chaleur alimenté par un combustible, on le place au foyer d'une lentille sur laquelle on fait tomber des rayons solaires, sans atteindre la température rouge (1) : le métal mis en contact avec l'eau devient encore négatif, de neutre qu'il était auparavant, comme si on l'eût chauffé à un foyer de chaleur ordinaire.

» L'hydrogène ne peut donc provenir, ici, que de l'eau atmosphérique ou de l'eau adhérente à la surface, laquelle, sous l'influence de la chaleur solaire et du métal, a été décomposée; l'oxygène et l'hydrogène sont absorbés par le métal en inégales proportions, comme on l'a vu précédemment. En prolongeant l'action calorifique, des effets contraires sont produits, comme on l'a dit plus haut, l'hydrogène étant éliminé.

» Il serait à désirer que l'on pût recueillir le gaz dégagé, mais l'action chimique est tellement faible qu'on n'en voit pas la possibilité. Au surplus, il en est de la méthode galvanométrique comme de celle du spectroscope : elle permet de constater la présence de corps quand les moyens ordinaires de la chimie ne peuvent le faire. Pour donner une idée de la sensibilité de la méthode galvanométrique pour constater, sur une lame de platine, la présence d'un gaz en quantité tellement faible qu'on ne saurait l'évaluer par les procédés ordinaires de la chimie, je rappellerai à l'Académie que j'ai montré qu'il fallait environ 20000 charges d'une batterie de 1 mètre carré, chargée de manière à donner des étincelles à 11 millimètres de distance, pour décomposer 1 milligramme d'eau ; or, quand on pense que la décharge dans l'eau distillée, au moyen de deux lames de platine, de l'électricité produite par le frottement d'un bâton de gomme laque, et dont la quantité est excessivement minime par rapport à celle de la batterie, suffit pour polariser les lames et donner ensuite un courant électrique assez énergique, on doit voir par là combien sont faibles les quantités de gaz hydrogène et

(1) Et en ayant égard au temps comme précédemment.

oxygène, provenant de la décomposition de l'eau, qui produisent la polarisation électro-chimique.

» L'expérience suivante donnera encore une idée de la sensibilité du procédé d'expérimentation dont j'ai fait usage précédemment.

» Elle consiste à prendre l'un des deux barreaux immergés n'étant plus polarisés, et à l'exposer pendant quelques instants à la vapeur d'iode; on le replonge ensuite dans l'eau, et il devient aussitôt fortement positif, effet qui ne peut provenir que de la formation immédiate d'acide iodhydrique, aux dépens de l'hydrogène de l'eau, dont la quantité ne peut être appréciée.

» L'or, le palladium et l'iridium se comportent comme le platine, à quelques différences près, dépendant de leur nature et par suite de leurs propriétés absorbantes. Lorsque le platine et l'or sont dépolarisés complétement, en prenant les précautions que j'indique, ils ne donnent lieu à aucun courant quand, étant en rapport avec un galvanomètre, on les plonge dans l'eau distillée, contrairement à l'opinion de quelques physiciens. Cette propriété confirme la théorie électro-chimique de la pile qui est généralement adoptée et que j'ai substituée, de concert avec M. de la Rive, depuis près de cinquante ans, à la théorie du contact.

» On a vu précédemment que l'argent, le cuivre, le fer et d'autres métaux oxydables sont toujours positifs après avoir été chauffés à des températures très-peu élevées; or, ces métaux s'oxydant par l'action de la chaleur, la légère couche d'oxyde qui se forme sur la surface, et qui est retenue par affinité capillaire, la préserve de l'action oxydante de l'eau, de sorte que l'autre lame, étant attaquée, devient négative. Il se produit, dans ce cas, des effets semblables à ceux que présente le fer, quand, ayant été chauffé au rouge, on le plonge dans l'acide nitrique: ce métal n'est plus attaqué alors par l'acide. En opérant avec d'autres gaz, notamment avec l'azote, on obtient des résultats électriques analogues, sur lesquels je reviendrai prochainement.

» Il résulte des faits précédemment exposés que, dans les recherches électro-physiologiques où l'on emploie des lames ou fils de platine, on ne saurait prendre trop de précautions, quand on les dépolarise par la chaleur, pour se mettre en garde contre les effets complexes dont on vient de parler, et qui seraient autant de causes d'erreur: j'indique dans mon Mémoire toutes les précautions à prendre pour les éviter. C'est en m'y conformant que j'ai reconnu de nouveau l'existence du courant osseux dirigé de l'intérieur à l'extérieur des os.

» A l'aide du même mode d'expérimentation, on met en évidence la décomposition lente qu'éprouve au contact de l'eau et de l'air la matière

organique des os fossiles dont les cartilages n'ont pas entièrement disparu, ainsi que la décomposition de certaines substances minérales au contact de l'eau et de l'air.

» D'autres corps jouissent de la même propriété que les métaux inoxydables d'absorber des gaz, notamment le quartz blanc, broyé en parties très-ténues, lequel devient négatif à une température élevée, effet qui ne peut être attribué qu'à la présence de l'hydrogène provenant de la décomposition de la vapeur d'eau atmosphérique, comme en opérant avec le platine.

» Il en est de même de la topaze blanche du Brésil; le spath fluor incolore ne présente pas sensiblement cet effet.

» Il résulte des faits exposés dans le Mémoire, que les effets électriques obtenus au contact des métaux inoxydables et de l'eau distillée, chimiquement pure, sont dus, non à une action spéciale de contact, mais bien à la réaction de l'eau sur les gaz absorbés par ces métaux, effets qui varient avec leur état moléculaire et la température; qu'à l'égard des métaux oxydables, les effets électriques produits, quand on les chauffe, proviennent de la présence de la très-légère couche d'oxyde adhérente à leur surface, laquelle les rend positifs par rapport aux métaux non préservés.

» Dans un autre Mémoire, j'entrerai dans de plus amples détails sur les phénomènes dont je viens de faire connaître les causes à l'Académie, et je m'occuperai en même temps de l'absorption des gaz par les tissus organiques et non organiques, question qui intéresse la physiologie et la médecine à un haut degré. »

PHYSIQUE. — *Observations relatives à la Note de* M. Croullebois, *sur l'indice de réfraction de l'eau; par* **M. J. Jamin.**

« La théorie de l'émission veut que la puissance réfractive des corps soit proportionnelle à leur densité; et comme la doctrine des ondulations n'exige rien de pareil, Arago eut l'idée de chercher des arguments pour ou contre, en mesurant l'indice de l'eau au voisinage de son maximum de densité. Par la méthode du prisme, il trouva d'abord que l'indice diminuait depuis zéro jusqu'à 20 degrés; puis, par un réfracteur à franges, il compara la vitesse de la lumière dans deux tubes pleins d'eau, d'égale longueur, à des températures inégales, et il confirma ses premières recherches.

» Vers 1850, il me confia le soin de les continuer et me remit l'appareil qui lui avait servi. Je constatai alors la vérité de ses assertions, sans pouvoir mesurer la variation de l'indice; mais ayant réussi, en 1856, à écarter davan-

tage les rayons interférents, je repris le sujet : je constatai de nouveau la diminution progressive de l'indice pendant l'échauffement de l'eau, et je la représentai par la formule suivante (*Comptes rendus*, t. XLIII, p. 1193) :

$$n_t = n_0 - (0{,}000012573)\,t - (0{,}000001929)\,t^2.$$

» Plusieurs physiciens ont repris ce sujet : 1° en 1860, MM. Dale et Gladstone constatent l'absence de maximum à $+4$ degrés et le décroissement continu de l'indice à partir de zéro, décroissement qu'ils mesurent dans deux séries d'expériences très-soignées (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LVIII) ; 2° deux professeurs de l'Université d'Utrecht, MM. Hoeck et Oudemans, s'entourant de précautions inhabituelles et multipliant les observations, constatent l'exactitude de mes résultats aux températures supérieures à zéro ; ils étendent même la formule au-dessous, par extrapolation, et la justifient par une circonstance inattendue : elle indiquait en effet un indice maximum non à $+4$ degrés, mais au-dessous de zéro, vers -4 degrés, et MM. Hoeck et Oudemans, en refroidissant l'eau à l'abri de l'air et la maintenant liquide, ont constaté expérimentalement l'existence de ce maximum à $-5°,6$; 3° enfin, mon collègue M. Cornu a mesuré dans l'hiver de 1864 la déviation de la lumière à travers un prisme rempli d'eau, et il a reproduit les mêmes résultats : s'il ne les a pas publiés alors, c'est que, les ayant reconnus conformes aux miens, il a cru inutile de le dire.

» Voilà donc, à ma connaissance, sept expérimentateurs d'accord et un point scientifique qui paraît rigoureusement fixé. Cependant M. Croullebois annonce que tout le monde s'est trompé et que l'eau offre un indice maximum à $+4$ degrés. Je vais discuter la méthode et les résultats de M. Croullebois.

» I. La méthode revient à ceci : faire passer deux faisceaux interférents dans une auge pleine d'eau, à travers deux lames de verre dont l'indice est n, et dont les épaisseurs diffèrent d'une petite quantité e. Un des rayons traverse l'excès de verre e ; il y éprouve un retard en ; l'autre franchit une égale longueur d'eau et se retarde de en'. La différence $en - en'$ occasionne un déplacement de k franges, et si λ est la longueur d'onde, on a

$$e(n - n') = k\lambda.$$

» Quand la température change, le nombre k des franges déplacées change. M. Croullebois mesure ce changement.

» Il y a ici deux variables, n et n'. Suivant M. Fizeau, l'indice des verres éprouve des variations très-graves avec la température ; elles peuvent attein-

dre et dépasser la variation de l'indice de l'eau, surtout dans le voisinage d'un maximum. On ne peut les mesurer que par des procédés interférentiels très-délicats. Mais c'est une recherche qu'il faut faire préalablement, et l'on ne pourra obtenir l'indice de l'eau n' qu'après avoir remplacé celui du verre n par la valeur qui convient à chacune des températures où l'on opérera. M. Croullebois ne parle pas de cette correction. S'il ne l'a pas faite, il faut rejeter ses expériences; s'il l'a exécutée, ce que je ne crois pas, on reconnaîtra que sa méthode est bien complexe, puisqu'elle mesure n' en fonction d'une quantité variable qui est plus difficile à déterminer que n'.

» II. Non-seulement cette méthode est complexe, mais elle manque de sensibilité. Supposons qu'à zéro on ait établi entre les deux rayons une différence de 100 franges, ce qui est le maximum; qu'ensuite on ait élevé la température à 4 degrés; k aura changé, et l'on peut calculer ce changement en remplaçant dans la formule précédente l'indice de l'eau par les valeurs que M. Croullebois lui assigne à zéro et + 4 degrés. Or on trouve qu'il est égal à $0^{\circ},01$. Cela revient à dire que si l'eau avait le maximum d'indice annoncé, il ne se révélerait que par $\frac{1}{100}$ de frange, ce qui est tout à fait insuffisant pour le faire soupçonner, *à fortiori* pour permettre de le mesurer, parce que c'est un effet plus petit que les erreurs d'observation.

» La méthode interférentielle ne mérite aucun de ces reproches : c'est de l'eau froide que l'on compare à une égale épaisseur d'eau chaude; le déplacement des franges est produit par la différence $n - n'$ des valeurs de l'indice aux deux températures, c'est-à-dire par la variation même qu'on veut apprécier, sans qu'il y ait aucun intermédiaire étranger. Cette différence est multipliée par l'épaisseur e, qui n'est plus égale à quelques dixièmes de millièmes, mais à 500 millimètres au moins, de sorte que l'effet du changement d'indice devient prédominant, pendant que les causes perturbatrices n'augmentent pas. Entre zéro et 4 degrés ce changement occasionnerait un déplacement de 30 franges au lieu de $\frac{1}{100}$ de frange : la méthode ancienne est ainsi 3000 fois plus sensible que la nouvelle, et s'il est permis de dire que M. Croullebois n'a pu apprécier $\frac{1}{100}$ de frange, on peut affirmer d'autre part qu'un observateur aussi sagace que l'était Arago n'a pu se tromper de 30 franges, et laisser passer sans la voir l'inversion qu'on dit se produire à 4 degrés.

» III. Les résultats annoncés par M. Croullebois soulèvent encore plus d'objections que sa méthode. D'après la formule qui les résume, l'indice augmenterait à partir de zéro, diminuerait ensuite, pour reprendre entre 9 et 10 degrés sa valeur primitive. A cette assertion j'oppose les nombres sui-

vants, extraits du Mémoire de MM. Dale et Gladstone, et qui représentent les indices des raies A, D et H :

	A	D	H
0°..................	1,3291	1,3330	1,3438
5°..................	1,3290	1,3329	1,3436
10°..................	1,3288	1,3327	1,3434

» IV. Il y a une manière simple de vider la question, c'est de placer au centre d'un cercle divisé un prisme plein d'eau, de mesurer la déviation à zéro, et de laisser le liquide se réchauffer progressivement. S'il y a en réalité un maximum, on verra la déviation augmenter d'abord, pour décroître ensuite; s'il n'y en a pas, elle diminuera constamment. J'avais déjà pris mes dispositions pour installer cette expérience; mais M. Cornu a bien voulu m'en éviter la peine en m'apprenant qu'il l'avait faite précisément dans ces conditions, et qu'elle lui avait montré une déviation décroissante (1). Je conseille à M. Croullebois de répéter cette épreuve ainsi que l'expérience d'Arago avant de persister dans ses conclusions. »

PHYSIQUE. — *Réponse à la Note de* M. Renou *sur la chaleur latente de la glace, déduite des expériences de Laplace et Lavoisier; par* **M. J. Jamin**.

« M. Renou n'admet pas la concordance que j'ai eu le bonheur d'établir entre une expérience célèbre de Laplace et Lavoisier et les mesures des physiciens modernes, par la raison que les thermomètres anciens ne sont pas exacts, et qu'on ne peut compter sur aucun nombre thermométrique de cette époque. Il manque quelque chose à ce raisonnement : M. Renou n'a pas calculé l'influence que cette cause d'erreur peut avoir dans la détermination de la chaleur latente de la glace; je vais combler cette lacune.

» M. Renou admet, avec quelque vraisemblance, que le point 100 des thermomètres de Lavoisier était trop bas et répondait à une température vraie au moins égale à 101°,8; de façon que 75 degrés valaient réellement 76 degrés. Or Lavoisier résume ses expériences en disant qu'il a fixé à 75 le nombre des degrés de chaleur que la glace absorbe pour se réduire en eau. Corrigeons donc ce nombre, comme le veut M. Renou, portons-le à 76 et calculons, par la formule que nous avons donnée M. Amaury et moi, le nombre des calories Q qui correspond à 76 degrés. Nous trouvons

$$Q = 79,35.$$

(1) *Voir* plus loin la Note de *M. Cornu*, à la Correspondance, p. 989.

» On voit que cette correction n'a pas d'influence notable.

» Il est bien vrai que les thermomètres de cette époque étaient moins parfaits que les nôtres, que celui de Lavoisier, comme le montre M. Renou par l'exemple des caves de l'Observatoire, commettait une erreur de 3 dixièmes et même de 4 dixièmes de degré; il est bien vrai que Deluc fixait la température du sang à 29°,9 R., au lieu de 29°,5, se trompant ainsi de 4 dixièmes. Personne ne conteste ces imperfections; personne ne veut donner à Lavoisier un mérite d'exactitude qui n'était ni de son temps ni dans ses moyens; il ne faut pourtant pas répudier comme nul ce qu'il a mesuré avec soin, il vaut mieux remplir le devoir pieux d'absoudre nos maîtres anciens de leurs fautes en les expliquant.

» Or ce qui frappe, ce n'est pas que les thermomètres anciens soient imparfaits, c'est plutôt qu'ils ne le soient pas davantage. Dans l'exemple qui fait l'objet de cette Note, il ne s'agit pas d'une erreur de quelques dixièmes, mais de *quatre degrés et un quart*, et il est impossible de l'attribuer soit au thermomètre, soit à la maladresse de Lavoisier. Elle vient d'une autre cause, que j'ai signalée et que je maintiens : de ce que l'on supposait constante la chaleur spécifique de l'eau, qui est variable. C'est là qu'était la faute capitale de Lavoisier; ce qui vient du thermomètre est péché véniel et ne mérite pas qu'on s'y arrête. »

CRISTALLOGRAPHIE. — *Note sur la forme cristalline et les propriétés optiques d'une combinaison de protochlorure de platine et de triéthylphosphine analogue au sel de Magnus; par* **M. Des Cloizeaux.**

« La combinaison jaune de triéthylphosphine et de chlorure de platine, $Ph(C^4H^5)^3PtCl$, présentée à l'Académie, dans sa dernière séance, par M. Cahours, forme des cristaux transparents, très-nets, et d'une détermination facile. Ces cristaux dérivent d'un prisme rhomboïdal oblique de 92°40', et la forme qu'ils affectent est tantôt celle du prisme primitif simple, aplati suivant la base, tantôt celle du même prisme allongé parallèlement à son axe vertical et modifié sur les arêtes aiguës de sa base par l'hémioctaèdre $b^{\frac{1}{2}}$. Les faces $b^{\frac{1}{2}}$ sont, en général, très-inégalement développées, ce qui pourrait faire croire qu'elles offrent une tendance à l'hémiédrie, et ce qui donne souvent aux cristaux un aspect assez dissymétrique ; mais je me suis assuré que l'inégalité de leur développement ne présente aucune régularité.

» Les dimensions de la forme primitive, et les principaux angles des

cristaux sont :

$$b:h::1000:435,107 \quad D=664,328 \quad d=747,440.$$

Angle plan de la base = 83° 15′ 42″.
Angle plan des faces latérales = 113° 18′ 34″.
Obliquité du prisme primitif = 121° 58′.

Angles calculés.	Angles observés.
*$m\,m$ = 92° 40′ en avant...............	92° 40′ moy.
$m\,m$ = 87° 20′ côté...................	87° 18′ moy.
*$p\,m$ antér. = 112° 31′................	112° 31′ moy.
$p\,b^{\frac{1}{2}}$ = 132° 57′.................	133° 38′ envir.
$p\,m$ = 67° 29′ sur $b^{\frac{1}{2}}$...............	67° 27′ moy.
*$b^{\frac{1}{2}}\,m$ adjac. = 114° 32′.............	114° 32′ moy.
$b^{\frac{1}{2}}\,b^{\frac{1}{2}}$ adj. = 113° 40′..............	»

» Les cristaux jaunes, quoique très-fragiles, permettent d'obtenir un clivage net et facile parallèlement à la base, et deux clivages un peu moins faciles, parallèlement aux faces latérales du prisme primitif. Leur double réfraction est très-énergique. Les axes optiques sont compris dans un plan passant par la diagonale horizontale de la base, et s'inclinant vers l'arête d'intersection des faces postérieures $b^{\frac{1}{2}}$; leur bissectrice *aiguë* est *négative;* pour la partie moyenne du spectre, elle fait, comme le plan des axes, un angle de 10 à 12 degrés avec une normale à la base, et un angle de 68° 1′ à 70° 1′ avec une normale à l'arête antérieure $\frac{m}{m}$.

» La dispersion propre des axes optiques est assez faible avec $\rho < \nu$; la dispersion *horizontale* est, au contraire, très-marquée, et elle se manifeste par des différences bien tranchées dans les couleurs des courbes isochromatiques vues dans le plan de polarisation, ou à 45 degrés de ce plan. L'écartement apparent des axes dans l'huile a été trouvé, à 16° C., sur une lame de clivage parallèle à la base et redressée à l'aide d'un prisme de verre :

$$2H = 94^\circ\,19' \text{ ray. rouges. »}$$

M. **Aug. Duméril** fait hommage à l'Académie de deux brochures qu'il vient de publier, et qui ont pour titres : « De la vessie natatoire des Ganoïdes et des Dipnés » et « Le Lépidosiren et le Protoptère appartiennent à la classe des Poissons, où ils sont les types de la sous-classe des Dipnés ».

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

BOTANIQUE. — *Observations anatomiques et physiologiques sur la moelle des plantes ligneuses.* Mémoire de **M. A. Gris**, présenté par M. Brongniart. (Extrait par l'Auteur.)

(Commissaires : MM. Brongniart, Tulasne, Duchartre.)

« L'année dernière, j'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie les résultats de mes premières observations sur la moelle des plantes ligneuses. Qu'elle me permette aujourd'hui, en lui présentant mon Mémoire entièrement rédigé, de compléter succinctement ces premières données par les considérations suivantes.

» *Éléments médullaires.* — On ne trouve dans la moelle des entre-nœuds développés que trois sortes de cellules : des cellules *actives*, des cellules *inertes* et des cellules *cristalligènes*.

» Les cellules *actives* sont généralement munies de parois épaisses et canaliculées et produisent des matières de réserve granuleuses.

» Les cellules *inertes* sont munies de parois minces et ponctuées, ne produisent pas de matières de réserve granuleuses, mais enserrent fréquemment des gaz.

» Les cellules *cristalligènes* sont munies d'une enveloppe très-ténue, d'une nature spéciale, et produisent des formations cristallines.

» *Contenu des éléments médullaires.* — Les cellules *actives* contiennent des corpuscules amylacés simples et composés auxquels peuvent se joindre une petite quantité de matière verte, du tannin et des cristaux.

» Le tannin a déjà été indiqué dans la moelle d'un certain nombre d'espèces par M. Trécul et par M. Hartig. J'ai fait quelques observations pour reconnaître la présence de cette substance, qui paraît assimilable comme le sucre et l'amidon. Aux premiers jours du mois d'avril, j'ai trouvé du tannin dans des plantes appartenant à des types très-divers (*Myrica*, *Betula*, *Alnus*, *Quercus*, *Corylus*, *Ostrya*, *Carpinus*, *Salix*, *Populus*, *Ulmus*, *Platanus*, *Acer*, *Pyrus*, *Photinia*, *Eriobotrya*, *Cotoneaster*, *Rhododendron*, *Zenobia*, *Clethra*, etc.). Sa répartition est très-générale dans les cellules actives de la moelle. Il accompagne ordinairement les granules amylacés.

» Les cellules *inertes*, dont les parois sont minces et ponctuées, et qui renferment fréquemment des gaz, sont parfois le siége de formations cristallines, mais ne contiennent pas de granules amylacés, et, dans les espèces

que j'ai soumises à l'action des sels de fer, ne manifestent point la présence du tannin.

» Les utricules *cristalligènes*, remarquables par la ténuité de leurs parois, ne renferment ni granules amylacés ni tannin. Mais on y voit assez souvent des gaz. Les cristaux sont ou simples ou agrégés. Ces derniers sont très-répandus. Parmi les nombreuses espèces que j'ai étudiées, le *Cissus* seul m'a présenté des raphides.

» *Types généraux d'organisation.* — On peut répartir en deux groupes principaux les divers modes d'organisation de la moelle internodale : ou bien elle est essentiellement formée de cellules actives, ou présente à la fois des cellules actives et des utricules cristalligènes (*moelle homogène*) ; ou bien elle renferme des cellules actives et des cellules inertes (*moelle hétérogène* (1).

» *Formes dérivées d'organisation.* — La moelle homogène présente des formes dérivées suivant le nombre et la disposition des utricules cristalligènes qui s'ajoutent aux cellules actives [*moelle homogène* proprement dite (Poirier), mêlée (*Pernettya*), réticulée (*Ledum*)].

» La *moelle hétérogène* présente diverses variétés suivant le nombre et la disposition des cellules inertes qui s'ajoutent aux cellules actives, suivant que le tissu est continu ou discontinu [*moelle hétérogène* proprement dite (*Berberis*), sériée (*Viburnum*), réticulée (*Rosa*), mêlée (Pommier), diaphragmatique (Tulipier), discontinue diaphragmatique (Noyer), fistuleuse (*Lonicera*)].

» *Vitalité de la moelle.* — Mes observations ont porté généralement sur des rameaux d'un an à *dix ans; homogène* ou *hétérogène*, leur moelle est, à diverses époques de l'année, riche en matières de réserve. Dans le Charme et dans le Hêtre, elle sécrète de la fécule dans des axes âgés de douze à treize ans; dans le Chêne et le Bouleau, sa trame est amylifère dans des troncs ayant quatorze ou quinze ans de végétation ; dans le Platane, elle est ferme, fraîche et féculente au sein d'une grosse branche offrant dix-huit zones d'accroissement ; elle offre les mêmes caractères et les mêmes propriétés dans une branche de *Gleditschia ferox* sur la section de laquelle on peut compter vingt couches concentriques pressées ; M. Payen l'a trouvée riche en fécule dans un tronc de Frêne ayant vingt-huit ans. D'après ces observations on peut être complétement éclairé sur la prétendue inertie de la moelle, trop longtemps professée dans nos écoles, et reconnaître l'im-

---

(1) Dans des cas exceptionnels, elle ne paraît présenter que des cellules inertes.

portance de ce tissu comme réservoir de substance nutritive. Ses matières de réserve se résorbent et se reproduisent périodiquement pendant tout le temps que dure sa vitalité.

» *Anatomie comparée.* — Comme je l'ai déjà dit, l'anatomie comparée de la moelle internodale peut conduire à des considérations taxonomiques intéressantes. J'ai soumis à cette étude les *Caprifoliacées, Éricinées, Oléinées, Ilicinées, Berbéridées, Magnoliacées, Celtidées, Hamamélidées, Rosacées, Pomacées, Juglandées, Quercinées, Corylacées, Bétulinées*, etc. Mes nouvelles observations, dont il m'est impossible de présenter ici les principaux résultats, n'ont fait que confirmer ceux que j'ai déjà mentionnés dans ma première Communication. Par la constance de sa structure dans chacune des espèces des genres vraiment naturels, la moelle peut servir à distinguer ces genres et à décider de la valeur de certains groupes discutés et fondés sur l'organisation florale seule. Elle peut même quelquefois servir à caractériser toute une famille et même toute une classe. »

PHYSIQUE. — *Sur la constitution des spectres lumineux;* *par* **M. Lecoq de Boisbaudran.**

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« J'ai déjà appelé l'attention de l'Académie (1) sur cette observation que, pour les métaux alcalins et les chlorures alcalino-terreux, la substitution du métal *à un métal analogue* produisait, dans la longueur d'onde moyenne du spectre, un accroissement sensiblement proportionnel à l'augmentation du poids moléculaire. J'ai, depuis lors, fait porter la substitution sur le corps halogène, étudiant successivement les spectres du chlorure de baryum, du bromure de baryum et de l'iodure de baryum.

» *Chlorure de baryum.* — J'ai déjà eu l'honneur d'adresser à l'Académie un dessin de ce spectre, dont les six raies se partagent en trois groupes, tous centrés sur le même point de l'échelle spectrale :

Groupe intérieur..............	$\delta_1 = 520,2$	moyenne = 518,6	moyenne générale 518,7.
»	$\delta_2 = 517,0$		
Groupe des deux plus fortes raies..	$\alpha = 524,1$	moyenne = 518,8	
» ..	$\beta = 513,6$		
Groupe extérieur..............	$\gamma = 531,2$	moyenne = 518,8	
»	$\varepsilon = 506,4$		

(1) *Comptes rendus*, 24 janvier 1870.

» *Bromure de baryum.* — Ce spectre présente l'analogie la plus complète avec celui du chlorure de baryum ; il se compose de même de six raies principales, formant trois groupes centrés presque exactement sur un même point :

Groupe intérieur	$\delta_1 = 530,4$	moyenne = 527,6	moyenne générale = 527,9.
»	$\delta_2 = 524,9$		
Groupe des deux plus fortes raies	$\alpha = 535,8$	moyenne = 528,2	
»	$\beta = 520,6$		
Groupe extérieur	$\gamma = 541,0$	moyenne = 527,9	
»	$\varepsilon = 514,9$		

» Les intensités relatives des raies suivent le même ordre dans ces deux spectres. Les raies des groupes de même ordre sont plus écartées dans le spectre du bromure que dans celui du chlorure ; pour le groupe $\alpha\beta$, l'élargissement est 4,7 ; pour $\delta_1\,\delta_2$, 2,3 ; et pour $\gamma\varepsilon$, 1,3 seulement (ces nombres sont comme $1 : \frac{1}{2} : \frac{1}{4}$). Il y a, en outre des six principales, deux raies qui s'observent aussi avec d'autres sels de baryum (1) ; elles paraissent conserver cependant dans le chlorure une intensité relativement plus grande que les autres raies étrangères à ce spectre ; elles sont centrées sur le même point que les trois autres groupes (2) :

Très-faible	545,8	moyenne = 528,0.
Faible	510,2	

Un beau spectre du bromure de baryum s'obtient en faisant traverser au gaz un ballon contenant du brome.

» *Iodure de baryum* — Ce spectre, moins facile à obtenir que celui du bromure, n'a pu être entièrement dégagé de celui du baryum, sur le fond duquel on distingue deux grosses raies, un peu nébuleuses et très-brillantes, lorsqu'on introduit dans la flamme un mélange d'iodure de baryum et d'iode. Les deux fortes raies de l'iodure de baryum paraissent correspondre aux raies α, β du chlorure et du bromure, et ont pour longueurs d'ondes

$$\alpha = 570,7 \text{ et } \beta = 537,6 ; \text{ moyenne} = 549,1.$$

» Dans les spectres du chlore et du bromure, les centres, soit du spectre

---

(1) Et notamment avec le chlorure de baryum et l'étincelle d'induction.

(2) Il se peut que certaines raies appartenant au metal puissent se produire avec un composé de ce métal, lorsque leurs positions sur l'échelle des longueurs d'onde leur permet de faire partie du nouveau spectre sans en altérer l'équilibre mécanique.

entier, soit d'un seul groupe binaire, se confondent sensiblement; en étendant par analogie cette notion à l'iodure, nous aurons une confirmation de l'observation directe qui donne la moyenne des deux raies de l'iodure comme centre du spectre entier, et nous pourrons établir une proportion entre les accroissements de poids moléculaires et de longueur d'onde :

	Poids moléculaires.	Différences.	Longueurs d'onde de centres de gravité des spectres.	Différences.
Chlorure de baryum....	1301,2		518,7	
		556,8		9,2
Bromure de baryum....	1858,0		527,9	
		586,0		21,2
Iodure de baryum......	2444,0		549,1	

» En posant la proportion 556,8 : 9,2 :: 586,0 : x, on trouve $x = 9,7$, c'est-à-dire à peu près deux fois moins que le résultat de l'observation :

$$2 \times 9,7 = 19,4$$

21,2 observé

1,8 excès.

» En valeur absolue, l'augmentation de longueur d'onde est cependant plus faible, pour un même accroissement de poids moléculaire, dans la substitution du métalloïde que dans celle du métal, car le chlorure de baryum 1301,2, dans sa transformation en iodure de baryum 2444,0, ne gagne en longueur d'onde que 30,4; tandis que le chlorure de calcium 692,2, dans sa transformation en chlorure de baryum 1301,2, gagne en longueur d'onde 85,1.

» Dans le cas qui nous occupe, le rapport des poids de la molécule primitive et de la molécule résultante est le même, qu'il y ait substitution du métal ou du corps halogène, tandis que le rapport des accroissements de longueur d'onde est différent pour les deux genres de substitutions. Je conclus de cette remarque, et de la grande analogie des spectres des sels d'un même métal, que c'est principalement celui-ci, et non le corps halogène qui détermine la forme et l'équilibre mécanique de la molécule.

» L'hypothèse d'un accroissement de longueur d'onde proportionnel aux augmentations de poids moléculaire (ou double de cette valeur) nous a donné des nombres un peu plus faibles que les nombres observés. Les restes 0,5..., 1,6 et 1,8 proviennent, je crois, de ce que l'augmentation de longueur d'onde serait indépendamment fonction des deux nombres (1)

(1) L'accroissement de poids atomique, pour l'intervalle des séries naturelles qui nous

dont se compose l'accroissement du poids moléculaire du deuxième au troisième terme des séries chimiques [1], et de ce que le plus petit de ces deux nombres aurait, sur les accroissements de longueur d'onde, une influence relativement plus grande que le nombre principal. Pour l'accroissement de longueur d'onde, produit par la substitution des métaux alcalins et alcalino-terreux, je propose la formule

$$(a) \qquad x = n(1+q)^2,$$

dans laquelle, A étant l'accroissement du poids moléculaire du premier au deuxième terme, B l'accroissement du poids moléculaire du deuxième au troisième, q désigne la valeur de $\frac{B-A}{A}$; n est l'accroissement de longueur d'onde, du premier au deuxième terme; x l'accroissement de longueur d'onde, du deuxième au troisième.

» Pour la substitution des corps halogènes, on appliquerait deux fois de suite la formule (a), en donnant la deuxième fois à n la valeur fournie pour x par la première opération, et l'on ajouterait les deux valeurs de x; autrement on emploierait la formule équivalente

$$(b) \qquad x = n(1+q)^2 + n(1+q)^4.$$

» L'étude des spectres s'accorde avec celle des propriétés chimiques, pour distinguer, dans chaque famille naturelle, trois termes consécutifs offrant entre eux des analogies plus étroites qu'avec les autres termes de la série. Ces petits groupes sont, pour les séries étudiées spectralement,

K	Ca	Cl
Rb	Sr	Br
Cs	Ba	I.

» Enfin une subdivision paraît encore possible en se fondant sur les réactions spectrales et chimiques, car la parenté semble plus resserrée entre le premier et le deuxième terme de chaque groupe qu'entre le deuxième et le troisième. »

---

intéresse, est égal à l'accroissement de l'intervalle précédent, plus une petite quantité, toujours faible par rapport à la première.

[1] Je ne considère ici que les trois termes qui offrent entre eux une plus grande analogie qu'avec les autres membres des séries (*voir* plus loin).

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Instruction publique autorise l'Académie à prélever, sur les reliquats disponibles des fonds Montyon, la somme nécessaire à un surcroît de dépenses, occasionné par la publication de plusieurs volumes de Mémoires, et de la Table générale des *Comptes rendus*.

M. le Président de la Société Chimique de Paris adresse des remercîments à l'Académie, qui a bien voulu comprendre cette Société parmi celles auxquelles elle adresse ses publications.

M. le Secrétaire perpétuel annonce à l'Académie la perte que les sciences viennent de faire dans la personne de *M. Eugenio Sismonda*, Membre et Secrétaire de la classe des Sciences physiques et mathématiques de l'Académie royale des Sciences de Turin, décédé à Turin le 24 avril 1870.

GÉOMÉTRIE. — *Sur les roulettes en général.* Note de M. l'abbé **Aoust**, présentée par M. Le Verrier.

« Les géomètres les plus éminents ont exercé leur sagacité sur le problème des *roulettes,* soit à cause de son utilité pratique, soit à cause des relations remarquables auxquelles il conduit. Ils ont examiné principalement deux cas : celui des roulettes planes et celui des roulettes sphériques. Or ce problème peut être traité dans toute sa généralité. Il suffit de le poser de la manière suivante : *Une courbe quelconque* C' *roule sans glissement sur une courbe* C, *de telle sorte qu'au point de contact les plans osculateurs des deux courbes coïncident ; un point* A', *lié invariablement avec la courbe* C', *engendre une courbe qui est appelée* roulette ; *nature de cette courbe.*

» I. *Conditions du problème.* — Considérons les trois éléments consécutifs $a'b'$, $b'c'$, $c'd'$ de la courbe C', et les trois éléments correspondants ab, bc, cd de la courbe C, éléments que l'on peut supposer égaux entre eux. Dans une première position, les éléments $a'b'$, ab coïncident, ainsi que les plans osculateurs $a'b'c'$, abc. Soient t', n', ι'; t, n, ι les tangentes, les binormales et les rayons de courbure des deux courbes C' et C. Faisons tourner la première courbe : d'abord autour de la binormale n au point b, de manière à amener la coïncidence de l'élément $b'c'$ avec l'élément bc, et ensuite autour de l'élément bc de manière à produire la coïncidence du plan

osculateur $b'c'd'$ avec le plan bcd. Les sommets c' et c sont mis ainsi en coïncidence; en opérant de la même manière par rapport aux éléments $c'd'$ et cd, on obtiendra la coïncidence des sommets d' et d, et ainsi de suite. Ainsi le roulement, tel que nous l'avons défini, est produit par deux rotations : la première autour de la binormale à la courbe C, et la seconde autour de la tangente à cette courbe au même point.

» II. *Équations de la roulette.* — Soient les deux courbes C′ et C, rapportées l'une et l'autre à des axes rectangulaires : les premiers fixes, et les seconds mobiles avec la courbe C′, invariablement liés avec elle et ayant leur origine au point décrivant A′. Soient x, y, z les coordonnées du point de contact de la première par rapport aux axes fixes, et x', y', z' les coordonnées du même point de contact, en tant qu'appartenant à la seconde courbe, par rapport aux axes mobiles; soient $d\varepsilon$, $d\omega$, $d\vartheta$, $d\varepsilon'$, $d\omega'$, $d\vartheta'$ les angles de première, de deuxième et de troisième courbure des deux courbes. Les conditions du problème exigent que les deux courbes aient au point de contact les tangentes, les binormales, les rayons de courbure dirigés dans le même sens ou dans des sens opposés; d'après cela, si l'on représente par α, β, γ les coordonnées du point décrivant A′ par rapport aux axes fixes, par r' la distance de ce point au point de contact, on aura, pour chacun des trois axes fixes, une équation semblable à la suivante, qui se rapporte à l'axe des x,

$$(1)\qquad \left\{ \begin{aligned} \alpha = x + r'[\cos(r', t)\cos(t, x) + \cos(r', n)\cos(n, x) \\ + \cos(r', \mathfrak{r})\cos(\mathfrak{r}, x)]; \end{aligned} \right.$$

or, par rapport aux axes mobiles, r' et les cosinus des angles (r', t), (r', n), $(r', \mathfrak{r})$ sont des fonctions d'une seule variable que l'on peut supposer être l'arc s' de la courbe C′; de même x et les cosinus des angles (t, x), (n, x), $(\mathfrak{r}, x)$ sont des fonctions d'une seule variable que l'on peut supposer être l'arc s de la courbe C. Mais on a cette condition que ds et ds' sont égaux; il en résulte que les deux arcs s et s' ne diffèrent que par une constante. Donc, les seconds membres des trois équations (1) sont des fonctions d'une seule variable. Ce sont donc les équations de la roulette par rapport aux axes fixes.

» III. *Axe instantané de rotation.* — Les deux rotations qui produisent le roulement tel que nous l'avons défini ont lieu, l'une autour de la binormale, et l'autre autour de la tangente au point de contact; or, à cause de la position relative des deux courbes, ces deux rotations ont pour expression : la première $d\varepsilon \pm d\varepsilon'$, la seconde $d\omega \pm d\omega'$. Si on les compose en une

seule, la rotation résultante que nous représentons par $d\Omega$ aura lieu autour d'un axe P, situé dans le plan rectifiant nt, passant par le point de contact des deux courbes, et partageant l'angle (n, t) de telle sorte que le rapport des cosinus des angles qu'il formera avec la binormale n et la tangente t sera le rapport de $d\varepsilon \pm d\varepsilon'$ à $d\omega \pm d\omega'$, et cette rotation sera donnée par l'équation

$$(2) \qquad \overline{d\Omega}^2 = (d\varepsilon \pm d\varepsilon')^2 + (d\omega \pm d\omega')^2.$$

» *Le lieu des positions successives de l'arc instantané sera donc généralement une surface réglée gauche.* Rien ne serait plus aisé que de trouver les équations de cette surface en général.

» Pour que la surface soit développable, il faut et il suffit que l'axe instantané coïncide en chaque point de contact des deux courbes avec la droite rectifiante de la courbe C; ce qui entraîne la proportionnalité des angles de première et de deuxième courbure des lignes C et C'. Cette condition revient à dire que *les droites rectifiantes de ces courbes coïncident en chaque point.* Cette condition étant remplie, le roulement des deux courbes tel que nous l'avons défini est ramené au roulement simple d'une surface développable sur une autre surface développable; ces deux surfaces sont alors les surfaces rectifiantes des deux courbes C et C', et elles sont telles qu'après leur développement sur un plan les arêtes de rebroussement sont transformées en courbes planes égales, et les courbes C et C' en lignes droites ayant des positions identiques par rapport aux transformées des arêtes de rebroussement. Cette condition est évidemment satisfaite lorsque l'une des deux courbes C ou C' est une ligne droite, et que le plan dans lequel on la suppose tracée est assujetti à coïncider en chaque point avec le plan osculateur de l'autre courbe.

» IV. *Équations et construction de la tangente.* — On obtient par la différentiation des équations (1), ou par la considération de l'angle instantané, les angles que la tangente à la roulette forme avec les trois directions rectangulaires t, n, τ; si l'on appelle $d\sigma$ la différentielle de l'arc de la roulette, on a les trois équations

$$(3) \left\{ \begin{aligned} &\cos(t, d\sigma) = \frac{d\varepsilon \pm d\varepsilon'}{d\Omega} \frac{\cos(\tau, r')}{\sin(P, r')}, \quad \cos(n, d\sigma) = -\frac{d\omega \pm d\omega'}{d\Omega} \frac{\cos(\tau, r')}{\sin(P, r')}, \\ &\cos(\tau, d\sigma) = \frac{d\omega \pm d\omega'}{d\Omega} \frac{\cos(n, r')}{\sin(P, r')} - \frac{d\varepsilon \pm d\varepsilon'}{d\Omega} \frac{\cos(t, r')}{\sin(P, r')}. \end{aligned} \right.$$

» Pour construire le plan normal de la roulette, il suffit donc de faire passer un plan par l'axe instantané P et le point décrivant A'.

» V. *Rectification de la roulette.* — La différentielle de l'arc de la roulette s'exprime immédiatement sous l'une ou l'autre des deux formes suivantes :

$$(4)\quad \left\{ \begin{aligned} d\sigma^2 &= r'^2 \sin^2(\mathrm{P}, r')\, d\Omega, \\ d\sigma^2 &= r'^2 \left[(d\varepsilon \pm d\varepsilon')^2 \sin^2(n, r') + (d\omega \pm d\omega')^2 \sin^2(t, r') \right. \\ &\quad \left. - 2(d\varepsilon \pm d\varepsilon')(d\omega \pm d\omega') \cos(n, r') \cos(t, r') \right]. \end{aligned} \right.$$

» De ces expressions, on déduit les théorèmes suivants :

« 1° Si l'on fait rouler successivement, d'après le mode indiqué, une » courbe C' sur deux courbes C et C_1 ; et que ces deux courbes soient telles » (ce qui est toujours possible) qu'en chaque point de leur contact avec la » courbe C' leurs angles de contingence et de flexion soient avec les angles » de contingence et de flexion de la courbe C' dans des rapports constants » m et m_1, m étant relatif à la courbe C, m_1 à la courbe C_1 ; les arcs des » roulettes engendrées par un point A' invariablement lié avec la courbe C' » pendant le roulement de la même portion d'arc de C' sur les courbes C » et C_1 seront entre eux dans les rapports de $m \pm 1$ à $m_1 \pm 1$. »

» Si la courbe C_1 est une droite et la courbe C_1 égale à la courbe C', mais symétriquement placée, on aura le théorème suivant :

« 2° Si deux courbes C' et C sont égales, mais symétriquement placées » par rapport à une tangente commune, et qu'on fasse rouler successivement » la courbe C' sur la courbe C et sur la tangente, d'après le mode indi» qué, les arcs des roulettes engendrées par un point A' invariablement » lié avec la courbe C' pendant le roulement de la même portion d'arc de C' » sur C et sur la tangente, seront dans le rapport de 2 à 1. »

» On déduit aussi des expressions (4) les deux théorèmes suivants :

« 3° On fait rouler, d'après le mode indiqué, une portion d'arc de » courbe C' sur une courbe C, et ces deux courbes sont telles qu'en chaque » point de contact les angles de contingence et de flexion sont dans une » raison constante m, l'arc de roulette engendré par un point A' invaria» blement lié avec la courbe C' est égal à l'arc de courbe, lieu des extré» mités des droites menées du point A' perpendiculairement aux plans rec» tifiants aux divers points de la même portion de courbe C' supposée fixe : » ces droites étant dans le rapport constant $1 \pm m$ avec les distances corres» pondantes du point A' aux plans rectifiants. »

« 4° On fait rouler une portion d'arc de courbe C' sur une courbe C » égale, mais symétriquement placée par rapport à la tangente commune, » de telle sorte que leurs plans osculateurs coïncident ; l'arc de roulette

» engendré par un point A′ invariablement lié à la courbe C′ est égal à
» l'arc de courbe lieu des extrémités des droites menées du point A′ perpendiculairement aux plans rectifiants aux divers points de la même portion de courbe C′, supposée fixe : ces droites étant doubles des distances correspondantes du même point A′ aux plans rectifiants. »

» Si la courbe C est une droite, la dernière courbe devient le lieu des projections du point A′ sur les plans rectifiants, et l'on retrouve : soit le théorème de Steiner sur l'égalité des arcs de roulette et de podaire planes, soit une nouvelle forme du théorème de M. Mannheim sur le roulement des surfaces développables.

» VI. *Courbure de la roulette.* — Soient ρ, ρ' les rayons de seconde courbure des courbes C et C′; $\mathcal{R}$ le rayon de courbure de la roulette, et L la distance du point de contact des deux courbes C et C′ pendant le roulement à l'intersection de deux plans normaux consécutifs de la roulette; on a la relation suivante, qui nous paraît aussi simple qu'expressive :

$$(5)\quad \left(\frac{1}{r'} + \frac{\cos(\mathcal{R}, r')}{L}\right)\cos^2(ds, d\sigma) = \sin^2(P, r')\left[\left(\frac{1}{r} \pm \frac{1}{r'}\right)^2 + \left(\frac{1}{\rho} \pm \frac{1}{\rho'}\right)^2\right].$$

» Elle ne laisse rien à désirer du côté de la généralité, et l'on y retrouve, sans transformations, les relations analogues des roulettes planes et sphériques, qui sont des cas particuliers de cette équation. »

TOPOGRAPHIE. — *Sur les lignes de plus grande pente à déclivité* minimum *ou* maximum. Note de **M. Breton** (de Champ), présentée par M. Le Verrier.

« Pendant longtemps on a supposé que les *faîtes* et les *thalwegs*, qui partagent la surface du sol en ses différents versants, devaient être celles d'entre les lignes de plus grande pente dont la déclivité, en chaque point, est un *minimum* dans la section horizontale passant par ce point. En 1854, j'ai appelé l'attention sur ce fait, qu'il existe des surfaces géométriques présentant des thalwegs et des faîtes pour lesquels cette définition est en défaut (1).

» A cette remarque on peut ajouter, et je demande la permission de démontrer ici, que *toute ligne de plus grande pente à déclivité* minimum *ou* maximum *a pour projection horizontale une ligne droite,* de sorte que la définition

(1) *Comptes rendus*, t. XXXIX, p. 647.

rappelée ci-dessus ne peut donner les thalwegs et les faîtes dont la projection horizontale est une ligne courbe.

» Soit $z = f(x, y)$ l'équation de la surface, rapportée à trois axes ox, oy, oz perpendiculaires entre eux, les deux premiers étant supposés horizontaux, ce qui exige que le troisième soit vertical. On tire de cette équation les suivantes :

$$dz = p\,dx + q\,dy, \quad dp = r\,dx + s\,dy, \quad dq = s\,dx + t\,dy,$$

dans lesquelles

$$p = \frac{dz}{dx}, \quad q = \frac{dz}{dy}, \quad r = \frac{d^2z}{dx^2}, \quad s = \frac{d^2z}{dx\,dy} = \frac{d^2z}{dy\,dx}, \quad t = \frac{d^2z}{dy^2}.$$

» Dans ce qui va suivre, nous négligerons la courbure des surfaces de niveau, ainsi qu'on le fait ordinairement dans les questions de cette nature. Cela revient à supposer que toutes ces surfaces sont des plans horizontaux, et que toutes les ordonnées z sont verticales.

» Ces conventions étant admises, on a, pour les lignes de niveau de la surface, l'équation différentielle $dz = 0$, ou

$$p\,dx + q\,dy = 0.$$

» La déclivité de la surface, en un point quelconque m, est mesurée par l'angle que la normale fait avec la verticale. On sait que l'inverse du cosinus de cet angle, ou sa sécante, est $\sqrt{1 + p^2 + q^2}$. Le *minimum* de cette déclivité a lieu, par conséquent, lorsque la différentielle de cette expression se réduit à zéro, c'est-à-dire lorsqu'on a

$$p\,dp + q\,dq = 0,$$

dx et dy étant assujettis à la condition ci-dessus. On est ainsi conduit à la relation, déjà connue d'ailleurs,

$$pq(r - t) - (p^2 - q^2)s = 0.$$

» Comme p, q, r, s, t sont des fonctions de x et de y, cette relation fait connaître la projection horizontale du lieu des points à déclivité *minimum* ou *maximum* qui se trouvent sur toutes les lignes de niveau de la surface.

» Il nous reste à déterminer dans quelles circonstances ce lieu peut être une ligne de plus grande pente. Pour cela, il faut différentier son équation, en assujettissant, cette fois, dx et dy à la condition

$$p\,dy - q\,dx = 0,$$

qui est, comme on le sait, l'équation différentielle des lignes de plus grande pente. On obtient ainsi l'équation

$$\frac{(r+t)}{p}[pq(r-t)-(p^2-q^2)s] + pq\left[\frac{d(r-t)}{dx}+\frac{q}{p}\frac{d(r-t)}{dy}\right]-(p^2-q^2)\left(\frac{ds}{dx}+\frac{q}{p}\frac{ds}{dy}\right)=0,$$

laquelle, en vertu de la proposée, se réduit à

$$pq\,d(r-t)-(p^2-q^2)\,ds=0,$$

$d(r-t)$ et ds désignant des différentielles complètes. En combinant enfin cette dernière avec la proposée, il vient

$$\frac{d(r-t)}{(r-t)}=\frac{ds}{s},$$

d'où

$$r-t=cs,$$

c étant une constante arbitraire.

» Par la substitution de cette expression de $r-t$ dans l'équation qu'il s'agit d'interpréter, celle-ci devient

$$[cpq-(p^2-q^2)]s=0.$$

» On peut y satisfaire de deux manières, savoir :

» 1° En posant

$$cpq-(p^2-q^2)=0;$$

d'où

$$\frac{q}{p}=\frac{dy}{dx}=-\frac{1}{2}c\pm\sqrt{1+\frac{c^2}{4}};$$

cette solution donne, par conséquent, $\frac{dy}{dx}$ constant;

» 2° En posant $s=0$, ce qui entraîne la condition $pq(r-t)=0$.

» Soit d'abord $r-t=0$. Il en résulte

$$dp=r\,dx,\quad dq=t\,dy;$$

d'où

$$\frac{dq}{dp}=\frac{dy}{dx}=\frac{q}{p},$$

puisque $r=t$. On a donc

$$\frac{dq}{q}=\frac{dp}{p};$$

et, par suite, $\frac{q}{p}$ ou $\frac{dy}{dx}$ constant.

» Soit maintenant $p = 0$. Dans ce cas, l'angle que fait la normale à la surface, menée par le point m, avec une parallèle à l'axe ox menée par le même point, est droit. Cette parallèle est donc tangente à la surface en ce point. Par conséquent, le lieu n'est autre chose que la ligne de contact de la surface avec une surface cylindrique à génératrices horizontales, parallèles à ox. Ce lieu, étant perpendiculaire à toutes ces génératrices, a pour projection horizontale une droite perpendiculaire à ox.

» En supposant $q = 0$, on démontrerait d'une manière analogue que le lieu aurait pour projection horizontale une droite perpendiculaire à l'axe oy.

» La proposition est donc démontrée généralement.

» On peut, du reste, parvenir au même résultat en différentiant d'abord l'équation

$$p\,dy - q\,dx = 0.$$

Si l'on prend x pour variable indépendante, et qu'on élimine dy de l'équation du second ordre ainsi obtenue, au moyen de celle du premier ordre, on trouve

$$p^3 d^2y + [pq(r-t) - (p^2 - q^2)s]dx^2 = 0.$$

» Le multiplicateur de dx^2 étant zéro, on a $p^3 d^2y = 0$. Or, en supposant $d^2y = 0$, on a $y = ax + b$, a et b étant deux constantes. Le lieu a donc pour projection horizontale une ligne droite. Nous avons vu d'ailleurs, ci-dessus, qu'en supposant $p = 0$, il en serait encore ainsi. »

PHYSIQUE. — *Recherches sur les spectres calorifiques* (suite); *par* **M. P. Desains.**

« Dans le travail que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, j'ai cherché à définir numériquement la manière dont la chaleur est distribuée dans les spectres formés par les rayons qu'émettent la chaux et le platine incandescents. Ces rayons sont ceux qu'on obtient avec la lampe de MM. Bourbouze et Wiesneg. J'ai comparé la loi de cette distribution à celle qui existait dans le spectre solaire par les belles matinées du mois dernier. Enfin, à ces déterminations, j'ai joint quelques études sur ce que l'on peut appeler le dichroïsme des rayonnements calorifiques.

» J'ai indiqué, aux *Comptes rendus* du 30 novembre 1868, la disposition que j'adopte ordinairement pour former les spectres calorifiques que j'étudie. J'ajouterai que, dans ces nouvelles recherches, je me suis toujours assujetti à donner même largeur à la fente par laquelle les rayons arrivaient

à la lentille, et à celle par laquelle ils pénétraient dans l'étui préservateur de la pile. Cette largeur commune était ordinairement comprise entre $0^{m},0006$ et $0^{m},0003$. J'ajouterai aussi quelques détails relatifs à la mesure des angles. Dans mon appareil, l'alidade qui porte la pile a une longueur de $0^{m},60$. Vers son extrémité on a fixé, perpendiculairement à sa direction, une petite règle d'ivoire divisée en demi-millimètres. La division se trouve exactement à $0^{m},574$ du centre de rotation. A cette distance, le degré a une longueur de $0^{m},01$ et le demi-millimètre vaut 3 minutes. Par conséquent pour mesurer à moins de 3 minutes la valeur angulaire d'un déplacement de l'alidade, il suffit de compter le nombre de divisions de la règle qui passent devant un repère fixe pendant que s'accomplit le déplaçement dont il s'agit.

» Enfin, dans les expériences relatives à la distribution de la chaleur spectrale, j'ai toujours employé des prismes et des lentilles en sel gemme. Les prismes étaient équilatéraux et la déviation était minimum pour les rayons qui formaient la limite du rouge et de l'obscur.

» En ces circonstances le maximum de chaleur dans le spectre formé avec les rayons de la lampe de MM. Bourbouze et Wiesneg se trouve situé à un degré de l'origine du spectre obscur, ou ce qui revient au même à $1°15'$ du rouge vif. La courbe qui représente la distribution est très-sensiblement symétrique par rapport à l'ordonnée maxima; et, à 9, 33, 75 minutes du maximum, les intensités m'ont paru avoir pour valeurs 88, 34 et 4, celle du maximum étant 100.

» Dans une Communication antérieure, j'avais appelé l'attention sur la facilité avec laquelle sont absorbés par une mince couche d'eau les rayons dont se trouve formée la bande d'intensité maxima, dans le spectre d'un fil de platine incandescent. Mes nouvelles déterminations vérifient complétement ce fait. A travers une auge de verre, renfermant une couche d'eau de $0^{m},002$, les rayons dont il s'agit ne passent que dans la proportion de 5 pour 100. Pour les rayons dont la déviation est supérieure de 18 minutes à celle du maximum, la transmission est plus forte, mais sa valeur n'atteint guère encore que le chiffre 0,16.

» Ainsi, dans le trajet à travers une couche d'eau si peu épaisse, la perte éprouvée par le rayonnement que nous étudions est très-considérable, et comme cette perte frappe surtout les rayons peu réfrangibles, le maximum dans le spectre affaibli se rapproche du rouge et la courbe de distribution n'est plus symétrique par rapport à l'ordonnée maxima.

» Ce rapprochement et ce défaut de symétrie sont deux caractères fondamentaux que le spectre solaire m'a toujours présentés dans les analyses que j'en ai faites à Paris. Sans doute, la composition des faisceaux de chaleur qui nous arrivent du soleil n'est pas constante, et cela se conçoit, puisque l'absorption exercée sur eux par la couche atmosphérique qu'ils ont à traverser dépend de l'épaisseur de cette couche et de la quantité d'eau qu'elle renferme. Mais les différences qui proviennent des variations de ces éléments en un même lieu sont loin d'égaler celles que l'on voit se manifester quand on étudie comparativement les spectres formés par les rayonnements des sources terrestres, transmis uniquement à travers quelques centimètres d'air ou de sel gemme, et ceux qu'on obtient avec les rayons solaires modifiés par l'action de toute la couche atmosphérique qu'ils ont dû franchir pour arriver à la surface du sol dans nos pays de plaine.

» Les belles matinées du mois dernier m'ont permis de faire d'assez nombreuses études sur le spectre solaire. Le miroir de mon héliostat était en argent, et toujours mes prismes et lentilles en sel gemme. Le maximum s'est trouvé en moyenne à 51 minutes du rouge vif; mais plus d'une fois, entre 8 heures du matin et midi, je l'ai vu se déplacer de 8 minutes environ. Ainsi, le matin, il paraissait être à 46 minutes du rouge, et vers midi il s'était reculé jusqu'à 54 minutes de ce point.

» L'intensité dans le rouge était en moyenne les 0,39 de celle du maximum.

» Dans le bleu, à 2 degrés de distance du maximum, l'action thermoscopique était encore égale à 0,10, tandis que dans la partie la moins réfrangible du spectre obscur, elle était déjà au-dessous de cette valeur, à 1 degré du maximum environ.

» Pour préciser sur un exemple particulier ces lois de distribution dans le spectre solaire, je dirai que, pour construire la courbe des intensités relative au mercredi 20 avril, vers 11 heures du matin, il faut diviser en soixante parties égales une ligne suffisamment longue et qui sera l'axe des abscisses; puis, aux divisions

5, 23, 30, 35, 38, 40, 43, 44, 50, 52,

élever des perpendiculaires respectivement égales à

1, 10, 23, 39, 51, 81, 100, 94, 20, 8.

et joindre par un trait continu les extrémités de ces perpendiculaires. Chacune des divisions de la ligne des abscisses répond à 6 minutes d'angle.

L'ordonnée 50 répond à la limite du rouge et de l'obscur, 39 au carmin vif, 23 au jaune verdâtre, 10 est dans le bleu, 1 dans le violet, 0 serait l'extrémité de cette couleur. L'aire de courbe, comprise entre l'origine et l'ordonnée 51 représente l'intensité totale de la chaleur comprise dans le spectre lumineux. Elle est environ le tiers de l'aire totale. Dans le spectre de la lampe, au contraire, la chaleur lumineuse n'est qu'une partie insignifiante de la chaleur obscure.

» Tous les résultats que je viens de transcrire ont été obtenus avec des ouvertures de $0^m,0005$. On les retrouve exactement les mêmes en employant des ouvertures de $0^m,00033$ ou de $0^m,0006$.

» Il est à peine nécessaire de faire remarquer que la valeur du maximum n'est pas, dans le cas du spectre solaire, égale à ce qu'elle est dans le cas du spectre de la lampe, quoique nous la représentions toujours par 100 dans ces deux circonstances très-distinctes.

» Lorsqu'on place une lampe Drummont dans la lanterne de M. Duboscq, et qu'on emploie un prisme de flint pour disperser les rayons, on obtient des spectres intenses, mais dans lesquels la distribution de la chaleur diffère nécessairement de celle qui a été définie précédemment. Si l'on fait passer un de ces spectres à travers une solution de cuivre ammoniacale, d'épaisseur convenable, la portion visible se réduit à une bande bleue légèrement mêlée de vert et de violet. L'effet calorifique qu'on obtient dans cette bande étant 1, celui qu'on obtient en plaçant la pile à la place du rouge est à peine 2. Mais si l'on recule la pile à 2 degrés environ du rouge dans la région obscure, on voit l'aiguille chassée jusque vers 40 degrés; or on constate facilement que ce groupe de rayons, si facilement transmissible à travers la solution ammoniacale, est complétement arrêté par quelques millimètres d'une solution de sulfate ou chlorure de cuivre ordinaire. De là résultent des conséquences intéressantes, et que l'expérience vérifie complétement. 1° Si à l'aide d'une lentille on concentre le rayonnement d'une lampe Drummont, en prenant soin de le faire passer à travers une couche de sulfate de cuivre ammoniacal, les rayons réunis au foyer seront formés de deux groupes distincts : les uns lumineux, n'ayant qu'une faible action calorifique; les autres obscurs et relativement très-chauds. C'est surtout à ces derniers qu'est due l'action sur la pile. Si donc, avant ou après l'auge pleine de sulfate ammoniacal, on place sur le trajet des rayons une mince couche de sulfate de cuivre ordinaire, on fera disparaître presque complétement l'action thermique, et pourtant en ces circonstances le pouvoir éclairant du faisceau incident n'aura subi qu'une

faible altération. 2° Si, après avoir polarisé le faisceau transmis à travers le sulfate ammoniacal, on le fait tomber sur un quartz perpendiculaire à l'axe, ce cristal fera tourner de quantités très-inégales les plans de polarisation des deux groupes correspondants; et en choisissant convenablement les conditions de l'expérience, on pourra, dans l'image transmise à travers l'analyse, faire coïncider un maximum de lumière avec un minimum de chaleur, ou réciproquement.

» Le sulfate de cuivre ammoniacal laisse très-facilement passer les rayons chimiques de la lampe Drummont, et à cet égard il se rapproche du sulfure de carbone iodé, qui laisse aussi passer les rayons chimiques de cette lampe sous une épaisseur suffisante à l'extinction complète de la lumière qu'elle envoie. Mais une différence fondamentale entre ces deux solutions, c'est que le sulfure iodé est beaucoup plus perméable aux rayons obscurs que le sulfate ammoniacal, et que surtout il laisse passer toute une série de rayons de faible réfrangibilité que le sulfate arrête complétement. La solution de violet d'aniline doit aussi être citée. On ne trouve pas de chaleur dans la bande noire qu'elle fait naître dans toute la partie moyenne du spectre lumineux. Le maximum a lieu dans l'obscur, moins réfrangible que le rouge; il est très-nettement accusé. »

PHYSIQUE. — *Sur un résultat annoncé par* M. Croullebois *au sujet de l'indice de réfraction de l'eau.* Note de **M. A. Cornu**, présentée par M. Jamin (1).

» Dans une Communication récente, M. Croullebois annonce que, contrairement à l'opinion généralement admise, l'eau présente un maximum d'indice de réfraction à la température de son maximum de densité. J'étais arrivé (janvier 1864) à une conclusion opposée, c'est-à-dire à une confirmation du résultat énoncé pour la première fois par Arago, sans avoir connaissance de ses expériences, ni de celles de M. Jamin.

» J'ai observé très-nettement la marche progressive, toujours dans le même sens, de la raie de la soude à travers un prisme rempli d'eau distillée refroidie depuis la température de 7 degrés jusqu'à complète congélation. Comme contre-épreuve, l'observation a été continuée pendant la fusion et le réchauffement jusqu'à 7 degrés, température ambiante du laboratoire :

---

(1) *Voir* une Note de *M. Jamin*, sur le même sujet, aux Communications des Membres, p. 966.

la marche de la ligne lumineuse a été inverse, mais sans aucun rebroussement révélant un maximum d'indice. Le prisme d'un angle de 70 degrés était placé sur la plate-forme d'un goniomètre dont le vernier marquait les 20 secondes et permettait d'estimer au moins les 10 secondes. La variation continue de l'image réfractée a été d'environ 45 secondes entre les températures de zéro et de 7 degrés. Une disposition simple permettait d'envelopper presque complétement de glace le prisme sans empêcher l'observation. Pour produire la congélation de l'eau, on ajoutait à la glace quelques cristaux de sel marin.

» L'aspect du phénomène a donc montré que l'eau refroidie progressivement approche d'un maximum d'indice, mais qu'elle ne l'a pas encore atteint à la température de zéro. »

CHIMIE. — *Combustibilité du diamant : effets produits sur ce corps par les températures élevées.* Lettre de **M. Morren** à M. le Président.

« Chacun sait qu'il règne, dans la science, quelques incertitudes à propos de la combustibilité plus ou moins facile du diamant, et surtout à propos de la manière dont ce corps se comporte lorsqu'il est exposé à de très-hautes températures. Noircit-il, se boursoufle-t-il, et se dissipe-t-il en se volatilisant? Telles sont quelques-unes des questions sur lesquelles les faits qui suivent peuvent jeter de la lumière.

» J'ai besoin de dire à quelle occasion ces expériences ont été faites. Un habile joaillier de Marseille avait été chargé d'émailler à nouveau le support en or de deux diamants de grand prix, servant de boutons de chemise. Oter de leur sertissure les deux pierres, était délicat et pénible; on portait ainsi atteinte à la beauté de la monture. Le joaillier, qui avait fait souvent un travail semblable, se décida à émailler les boutons avec les diamants montés et sertis; seulement, n'ayant pas sous la main de charbon de bois pour chauffer le moufle à émailler, il employa de la houille. L'émail apparut parfaitement réussi, mais au sortir du moufle les deux diamants étaient devenus noirs. On essaya de bien des manières, et surtout par un frottement très-énergique, de ramener le brillant des pierres, rien ne réussit; elles restèrent noires, et de la couleur d'une plombagine très-foncée; leur éclat était très-amoindri. Force fut alors de les dessertir, de les envoyer à Paris, où le premier contact de la meule du lapidaire suffit pour ramener la beauté et l'éclat disparus. Le poids des diamants n'avait pas changé.

» J'ai refait la même expérience, seulement au lieu d'un moufle j'ai em-

ployé un tube de platine; les diamants reposaient dans une petite nacelle (1). Je fis passer, dans le tube, du gaz d'éclairage, et je portai la température au rouge-blanc. Les diamants, qui étaient taillés, avaient été très-soigneusement pesés. Au sortir du tube ils étaient tous noirs, ainsi que quelques parties de la nacelle de platine; mais sur celle-ci le dépôt était pulvérulent, amorphe, analogue au noir de fumée, et s'enlevait facilement. Les diamants, au contraire, examinés au microscope, présentaient un aspect lamelleux, cristallin, de la couleur métallique de la plombagine, et tout à fait analogue au charbon cristallin des cornues. Par le frottement, on pouvait bien enlever quelques-unes des lamelles, mais le reste était fixé avec une grande puissance; les diamants avaient tous augmenté de poids. Le vêtement de carbone qui les recouvrait était conducteur de l'électricité, comme le charbon des cornues.

» Malgré la bonne conductibilité pour la chaleur de ce dépôt, qui recouvrait le diamant (et l'on sait que c'est cette qualité qui rend si difficilement combustibles et le graphite et le charbon de sucre), je pensai qu'il suffirait de placer à l'air, et sur une feuille de platine portée au rouge, les diamants noircis, pour enlever la couche noire. Effectivement, celle-ci disparut d'une manière complète, et les diamants pesés de nouveau avaient repris leur poids et leur éclat primitifs. Seulement ici, et l'on va voir pourquoi, il ne faut pas pousser trop loin la température, qui exige de l'œil et de la surveillance, sans cela le poids et l'éclat du diamant seraient altérés.

» Si, au lieu de gaz d'éclairage, on emploie de l'hydrogène pur et sec, on peut porter la température non-seulement au rouge-blanc, mais presque à la fusion du platine. Le diamant reste invariable; son éclat, son poli ont plutôt augmenté que diminué. Il semble, par sa propreté irréprochable, sortir des mains du lapidaire.

» Avec l'acide carbonique, les choses sont différentes : le diamant perd un peu de son poli et aussi de son poids, surtout si l'on prolonge l'expérience. Les gaz qui ont traversé le tube de platine, étant recueillis avec soin, indiquent que l'acide carbonique a été décomposé; ils contiennent de l'oxyde de carbone et de l'oxygène. J'avais d'abord cru que le diamant était pour quelque chose dans cette dissociation; il n'en est rien, le tube et la nacelle de platine, étant seuls, agissent de la même manière. L'acide carbonique est dissocié par le platine blanc de chaleur, exactement comme l'eau dans

---

(1) Je dois vivement remercier MM. Laurin, joailliers à Marseille, qui m'ont procuré des diamants, de leur extrême obligeance à mon égard.

l'expérience de Grove, et l'on conçoit que le diamant, à cette haute température, doit brûler lorsque quelques parties de l'oxygène dues à la dissociation viennent à passer sur lui.

» Du reste, on s'est souvent donné beaucoup de peine pour brûler le diamant. L'Académie de Florence employait un miroir concave de grand diamètre, Lavoisier une puissante lentille, etc.; cependant, pour le brûler à l'air, et sans le plonger, comme on le fait d'habitude, dans l'oxygène, il suffit de le placer sur une feuille mince de platine, de porter celle-ci au rouge-blanc avec le jet de la lampe à gaz du souffleur de verre : aussitôt le diamant, comme un charbon, s'allume et brûle. Dans l'oxygène, une fois qu'il est allumé, il continue à brûler seul, tandis qu'à l'air, il faut entretenir la chaleur de la feuille de platine qui sert de support. Dans toutes ces expériences, le diamant reste blanc comme un fragment de verre dépoli; il ne noircit pas, ne se boursoufle pas, et si on l'a choisi sans gerçure, sans fente et sans partie fendillée, il reste invariable, ou du moins n'éclate pas. Si une fente existe, la chaleur l'exagère, la combustion dans l'oxygène l'augmente, et les parties moins épaisses sont plus promptement brûlées.

» Une circonstance fort curieuse, et qui indique que la résistance du diamant à la combustion n'est pas partout égale, se produit si l'on arrête la combustion avant que le diamant ait totalement disparu. En examinant au microscope ce qui a échappé à la combustion, on aperçoit les facettes très-nombreuses de petits triangles équilatéraux qui appartiennent à des octaèdres juxtaposés et orientés avec précision, de manière à envoyer à l'œil le reflet de toutes les faces triangulaires homologues. Tous les diamants ne présentent pas, avec la même facilité, cette circonstance : les diamants à facettes courbes, à facettes naturelles, et propres à couper le verre, offrent une structure qui m'a paru presque fibreuse, consistant en longs prismes ou filaments terminés par des facettes triangulaires équilatérales. Je n'ai pas fait d'expériences sur le diamant noir, n'ayant pas pu m'en procurer à Marseille; j'en cherche en ce moment à Paris.

» Craignant d'allonger outre mesure ma Lettre, je me dispenserai de faire remarquer que les faits qui précèdent semblent réunir et expliquer les différents résultats obtenus par les expérimentateurs qui ont brûlé le diamant. Presque tous l'ont placé nécessairement sur un support en charbon; Despretz a même employé un tube de charbon. Or le charbon contient presque toujours de l'hydrogène plus ou moins carboné : de là les différents aspects présentés par les résidus de la combustion du diamant. »

PHYSIQUE. — *Procédé d'évaluation du rapport existant entre le travail dynamique dépensé et la quantité d'électricité produite dans la machine de Holtz.* Deuxième Note (1) de **M. Em. Bouchotte**, présentée par M. Edm. Becquerel.

« La Communication que j'ai eu l'honneur d'adresser à l'Académie des Sciences, le 7 février dernier, se terminait par la description d'un procédé expérimental tendant à établir la relation qui existe entre le travail dynamique dépensé par la machine de Holtz et la quantité d'électricité qu'elle produit. Ce procédé consistait essentiellement à relier le plateau fixe à un système oscillant, autour de l'axe de rotation du disque du verre. Les opérations se réduisaient ainsi à évaluer le moment qui détermine l'équilibre du système oscillant dans des conditions analogues à celles que présente une romaine de précision ou le frein de Prony.

» Je viens aujourd'hui rendre compte des résultats fournis par cette méthode. Avant d'entrer dans les détails, il est sans doute utile d'indiquer de quelle manière les différentes pesées ont été opérées. Une tige cylindrique est fixée sur le système oscillant en dehors de la cage de verre. Elle est horizontale lorsque ce système est en équilibre; de plus, elle est partagée en deux par le plan vertical qui contient l'axe de rotation de la machine; d'un côté cette tige porte un poids, ou lest, pouvant glisser sur elle, à frottement doux; à l'extrémité opposée elle reçoit une nacelle de balances destinée aux poids.

» L'appareil étant mis en mouvement, on fixe le lest dans la position qui assure l'équilibre du système. Dès que la machine est arrêtée, le plateau tend à tourner en sens inverse du disque de verre; on charge alors la balance du poids P nécessaire pour ramener le système dans sa position normale. Cette opération se fait facilement, puisque la machine est au repos. Si l'on appelle PL le moment de ce poids et N le nombre de révolutions faites par le disque en 1 seconde, $2\pi PLN$ sera l'expression du travail dynamique absorbé par le plateau de verre. Dans les expériences que je cite plus loin, L avait pour valeur constante $0^{m},24$.

» Il s'agissait, en même temps, de choisir un procédé d'évaluation des quantités d'électricité fournies, qui permît de rendre les expériences comparables entre elles. Redoutant, pour des recherches de longue haleine,

(1) Voir *Comptes rendus*, t. LXX, p. 249.

l'emploi d'un galvanomètre dont le fil ne conserverait pas indéfiniment un état d'isolement parfait, j'ai procédé par une autre méthode.

» Je fais éclater des étincelles entre deux boules séparées invariablement par un intervalle de 4 millimètres. Un carreau magique sert de condensateur; il est recouvert de feuilles d'étain très-épaisses. Les fils qui relient chaque face à l'un des pôles de la machine partent du centre du plateau, qui est doublé par une rondelle en plomb de 80 millimètres de diamètre. Dans ces conditions il ne se produit aucune décharge partielle sur le condensateur, qui représente un carré de 50 centimètres de côté.

» En opérant ainsi il est permis d'admettre que les nombres d'étincelles produites dans l'unité de temps, une minute, sont proportionnels aux quantités d'électricité mises en œuvre.

» Ceci posé, j'arrive aux résultats que j'ai recueillis :

» 1° La machine marche à raison de 279 tours par minute; remise en repos pour obtenir l'équilibre du plateau, il faut employer un poids de $60^{gr},50$.

Moment.... $\overset{gr}{60,50} \times \overset{m}{0,24} = 14,52.$

Travail..... $60,50 \times 0,24 \times 2\pi \times \frac{279}{60} = 423^{grm},80$ (1).

» Nombre d'étincelles obtenues en une minute : 48.

» 2° La machine marche à raison de 444 tours par minute.

» Poids assurant l'équilibre au repos : $60^{gr},50$.

Moment.... $\overset{gr}{60,50} \times \overset{m}{0,24} = 14,52.$

Travail..... $60,50 \times 0,24 \times 2\pi \times \frac{444}{60} = 674^{grm},43.$

» Nombre d'étincelles obtenues en une minute : 76.

» 3° La machine marche à raison de 622 tours par minute.

» Poids assurant l'équilibre au repos : $60^{gr},50$.

Moment.... $\overset{gr}{60,50} \times \overset{m}{0,24} = 14,52.$

Travail..... $60,50 \times 0,24 \times 2\pi \times \frac{622}{60} = 944^{grm},81.$

» Nombre d'étincelles obtenues en une minute : 106.

» Il est permis déjà de conclure de ces résultats ce qui suit :

» *a*. La quantité d'étincelles ou d'électricité produite est proportion-

(1) L'unité de travail est ici le gramme mètre.

nelle à la vitesse de rotation de la machine, jusqu'à la limite de 622 tours par seconde, vitesse qu'il ne m'a pas encore été possible de dépasser;

» *b*. Le travail résistant créé par le plateau est en raison directe de la quantité d'électricité produite.

» Il est indispensable de consigner ici l'expérience suivante :

» Lorsque la machine est en marche, et quelle que soit sa vitesse, si l'on vient à débrayer la poulie motrice, le plateau conserve sa position d'équilibre jusqu'à l'instant de la suspension absolue du mouvement; alors ce plateau se renverse brusquement. Ainsi donc, lorsque la machine passe successivement par tous les degrés de vitesse, depuis celle de 622 tours, par exemple, avant d'arriver au repos, les conditions d'équilibre restent uniformément constantes. C'est la démonstration la plus exacte que l'on puisse établir de la permanence des actions réciproques des deux plateaux.

» Mais l'étude du travail dynamique absorbé par la machine ne se borne point à rechercher la réaction intervenant entre les deux plateaux. Il est essentiel de se rappeler que les peignes de l'appareil sont eux-mêmes le siége d'un travail dynamique que les expériences de MM. Holtz et Poggendorff ont mis en évidence (1). Ces physiciens ont en effet montré que, si l'on reliait par leurs peignes, au moyen de fils métalliques, deux machines, le mouvement de la première se communiquait à la seconde; d'après cela, les peignes, s'ils n'étaient point fixés, devraient se mouvoir en sens inverse du disque tournant. J'ai pu m'en convaincre en fixant l'un des peignes de l'appareil à un fléau de balance disposé pour se mouvoir dans un plan vertical qui est en même temps normal au disque. Si l'on met l'appareil en marche, immédiatement le peigne tend à cheminer en sens inverse du disque, et, pour le maintenir en équilibre, il faut employer des poids très-appréciables, 7,8 ou 10 grammes; on comprend donc qu'il est nécessaire de relier les peignes au système oscillant du plateau fixe, pour arriver au travail réel qu'absorbe la machine Holtz; c'est la question dont je m'occupe actuellement, ainsi que de l'étude de l'influence que peuvent exercer l'humidité et la température du milieu ambiant sur les effets produits. »

CHIMIE. — *Note sur la solubilité du chlore, de l'iodure et du bromure d'argent dans les sels de mercure; par* **M. H. Debray.**

« Dans une récente Communication, j'ai montré que le chlorure d'argent se dissout, surtout à chaud, et cristallise par refroidissement,

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XIII, p. 442.

dans une solution d'azotate de bioxyde de mercure, et c'est pour cette raison qu'il n'y a aucun avantage, dans l'essai d'argent mercurié, à substituer l'acide sulfurique à l'acide azotique pour dissoudre le métal, comme l'avait remarqué autrefois Gay-Lussac, mais sans donner l'explication du fait.

» Le bromure et l'iodure d'argent sont aussi très-solubles dans une dissolution concentrée de nitrate mercurique et y cristallisent par refroidissement sous leur forme habituelle. Il en est de même du calomel ou sous-chlorure de mercure, qui se dissout à chaud dans une dissolution même étendue de sel mercurique, et qui se dépose presque en totalité, par le refroidissement de la liqueur, en cristaux assez nets. On peut, par exemple, dissoudre facilement 25 grammes de calomel dans un demi-litre d'une solution contenant 50 grammes de bioxyde de mercure à l'état de nitrate. Le chlorure, déposé par refroidissement, desséché sur une plaque de porcelaine dégourdie, ne retient que des traces de nitrate qu'un lavage à l'eau pourrait facilement enlever, ce qui exclut l'idée de la formation d'une combinaison d'un chlorure et d'un azotate de mercure dans l'expérience précédente.

» Le nitrate de bioxyde de mercure, et probablement tous les sels mercuriques, constituent donc de véritables dissolvants des chlorures insolubles d'argent et de mercure, du bromure et de l'iodure d'argent. Il faut remarquer que les dissolvants de ces corps connus jusqu'ici sont peu nombreux; le plus souvent les corps que l'on désigne sous ce nom agissent sur les chlorure, bromure et iodure d'argent pour former avec eux des combinaisons solubles. Tels sont le cyanure de potassium et l'hyposulfate de soude, qui donnent avec le chlorure d'argent un cyanure ou un hyposulfite double en même temps qu'un chlorure alcalin. Les dissolutions concentrées des chlorures alcalins dissolvent aussi le chlorure d'argent, parce qu'il existe des combinaisons cristallisées solubles de chlorure d'argent et de ces chlorures alcalins. Rien de semblable ne paraît se produire avec les sels mercuriques.

» La solubilité du bromure et de l'iodure d'argent dans le nitrate de bioxyde de mercure avait déjà été signalée par quelques auteurs, mais on était loin de supposer qu'elle fût aussi considérable, et qu'elle pût fournir un moyen aussi commode et aussi rapide de faire cristalliser ces corps.

» Le nitrate d'argent dissout aussi un peu de chlorure d'argent; il est fréquent, en effet, de voir le nitrate du commerce donner avec un peu d'eau une solution limpide qui se trouble quand on l'étend. Quoique la

quantité de chlorure dissoute par le nitrate soit très-faible, surtout à froid, elle est cependant suffisante pour qu'on puisse rapidement transformer le précipité amorphe de chlorure d'argent en cristaux, par le contact d'une solution concentrée d'azotate d'argent que l'on chauffe et que l'on refroidit alternativement. Je n'ai jamais constaté dans ces circonstances la production de combinaison du chlorure et de l'azotate d'argent.

» L'azotate d'oxydule de mercure dissout des quantités notables de calomel à chaud et permet de l'obtenir en beaux cristaux nacrés par refroidissement lent; mais le sous-chlorure de mercure est beaucoup moins soluble dans la solution de nitrate mercureux que dans la solution mercurique. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Nouveau procédé de dosage volumétrique du cuivre.* Mémoire de **M. F. Weil**, présenté par M. Dumas. (Extrait par l'Auteur.)

« Ce nouveau procédé de titrage du cuivre présente l'avantage de faire connaître très-exactement et très-rapidement la quantité de cuivre renfermée dans tous les sels, minerais ou alliages de ce métal. Il est fondé sur les deux faits suivants :

» 1° En présence d'un excès d'acide chlorhydrique libre et sous l'influence de la température de l'ébullition, la moindre trace de bichlorure de cuivre communique encore à la solution une teinte jaune-verdâtre très-prononcée. Plus il y a d'acide chlorhydrique, plus la coloration est intense.

» 2° Le protochlorure d'étain transforme instantanément, à cette température, les sels de bioxyde de cuivre dissous dans un excès d'acide chlorhydrique et dans l'eau, en sels de protoxyde de cuivre solubles et absolument incolores. La réaction a lieu selon la formule

$$2CuCl + SnCl = Cu^2Cl + SnCl^2.$$

» Au moment où, grâce à l'addition du chlorure d'étain, la solution verte du bichlorure de cuivre se trouve complétement décolorée, la réaction est terminée. La totalité du bichlorure de cuivre a passé à l'état de protochlorure soluble, et la totalité du protochlorure d'étain à l'état de bichlorure, également soluble. Une seule goutte de chlorure d'étain ajoutée en excès y peut ensuite être décelée avec facilité, au moyen d'une goutte de bichlorure de mercure, qui détermine alors le précipité blanc si caractéristique de calomel.

» Le volume d'une solution titrée de protochlorure d'étain nécessaire pour produire la décoloration complète de la liqueur verte de cuivre en ébullition indique, par conséquent, la quantité de cuivre renfermée dans la solution de la prise d'essai.

» Quoique la fin de la réaction soit ainsi suffisamment déterminée, on pourra, pour se mettre à l'abri de toute erreur, ne noter le volume du chlorure d'étain employé qu'au moment où une goutte de bichlorure de mercure, déposée sur un verre de montre, placé lui-même sur une feuille de papier glacé noir, trouble visiblement un demi-centimètre cube environ de la solution décolorée et limpide que l'on y ajoute.

» Dans le cas où la matière à titrer renfermera du fer, le volume employé du chlorure d'étain indiquera la somme du cuivre et du fer. Je titre alors la quantité du fer dans une autre portion de la solution sulfurique de la prise d'essai, au moyen du permanganate de potasse. Ce titrage du fer se fait de la manière ordinaire, avec cette différence que j'introduis, conjointement avec le zinc, du gros fil de platine dans la liqueur à réduire, afin d'y déterminer la précipitation rapide et complète du cuivre (ainsi que de l'étain, s'il y a lieu) à l'état métallique. En retranchant ensuite, du volume total du chlorure d'étain, le volume exigé par le fer seul, qu'une simple proportion fait connaître, le reste indiquera la quantité de cuivre pur renfermée dans la prise d'essai, attendu que le chlorure d'étain réduit le perchlorure de fer, selon la formule

$$Fe^2Cl^3 + SnCl = 2FeCl + SnCl^2.$$

» Le Mémoire que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie renferme la description détaillée de la préparation de la liqueur de chlorure d'étain, de sa conservation sous une couche d'huile de pétrole, et de la fixation de son titre sur cuivre pur.

» J'y indique également le mode de dissolution de la prise d'essai dans l'acide nitrique, d'abord pour dissoudre le cuivre et peroxyder l'étain et le fer, s'il y en avait, puis le traitement à l'acide sulfurique, ou, dans le cas de la présence de l'argent, à l'acide chlorhydrique, afin de chasser tout l'acide nitrique, qui empêcherait le titrage.

» Je décris ensuite l'exécution du titrage en général, et particulièrement celui des minerais et alliages renfermant du fer, du nickel, etc.

» Je termine enfin en citant, à l'appui de la parfaite exactitude de mon procédé, les résultats obtenus sur des mélanges renfermant des quantités connues de cuivre, fer, étain, zinc, etc., ainsi que sur des minerais et al-

liages de cuivre, qui, à ce titrage, ont donné rapidement les mêmes résultats qu'au moyen des procédés connus de l'analyse quantitative ordinaire, procédés qui exigent tant de soins minutieux et de temps. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les produits de la fermentation de l'acide pyrotartrique et de ses homologues; par* **M. A. Béchamp.**

« Il est admis que l'acide succinique, à l'état de succinate de chaux, se transforme, par la fermentation, en acide butyrique avec dégagement d'hydrogène et d'acide carbonique, sans doute conformément à l'équation

$$3C^8H^6O^8 = C^8H^8O^4 + 8CO^2 + 4H.$$

» Si l'on prend pour ferment de la craie à microzymas et un peu de viande, on trouve que le succinate de chaux se détruit en ne fournissant que de l'acide carbonique sans trace d'hydrogène, et de l'acide propionique sans autre acide; en effet

$$C^8H^4O^6, 2CaO + HO = C^6H^5O^3CaO + CaOCO^2 + CO^2.$$

» Je fais remarquer que, dans les mêmes circonstances, l'acide malique m'a donné : de l'alcool, de l'acide acétique, de l'acide butyrique et de l'acide propionique avec dégagement d'hydrogène.

» L'oxalate de chaux sous les mêmes influences fournit assez d'acide formique pour qu'il soit possible de constater la réduction du bichlorure de mercure et celle du nitrate d'argent; on a, par conséquent,

$$C^4O^6, 2CaO + HO = C^2HO^3CaO + CaOCO^2 + CO^2,$$

équation semblable à celle qui exprime le genre de décomposition précédent de l'acide succinique.

» Je me suis proposé d'examiner si les sels des acides homologues de l'oxalique et du succinique, savoir :

$$C^{2n+2}H^{2n-2}O^6, 2MO,$$

ne fourniraient pas, conformément à l'équation générale suivante, les acides volatils homologues de l'acide formique :

$$C^{2n+2}H^{2n-2}O^6, 2CaO + HO = C^{2n}H^{2n-1}O^3CaO + CaOCO^2 + CO^2.$$

» Or l'acide pyrotartrique est l'homologue immédiat de l'acide succinique; il devait, d'après l'équation générale, fournir de l'acide butyrique :

$$C^{10}H^6O^6, 2CaO + HO = C^8H^7O^3CaO + CaOCO^2 + CO^2,$$

et cette équation n'a pas été vérifiée. Il ne se forme aucun acide volatil. A la fin de l'opération il ne reste dans l'appareil que du carbonate de chaux. Les gaz qui se dégagent sont : de l'acide carbonique et un gaz inflammable, brûlant avec flamme bleue, non absorbable par le protochlorure de cuivre ammoniacal et que l'analyse eudiométrique a montré n'être autre chose que du gaz des marais. L'équation suivante rend très-bien compte de la réaction, comme je le montrerai dans mon Mémoire :

$$2C^{10}H^6O^6, 2CaO + 8HO = 5C^2H^4 + 4CaOCO^2 + 6CO^2,$$

et ce genre de décomposition inattendue est assurément remarquable.

» L'acide pyrotartrique, homologue du succinique, s'écarte donc de lui par cette réaction. J'examine les autres acides de la même série. Il sera curieux de voir comment se comportera à cet égard l'acide malonique : s'il est le véritable homologue de l'acide oxalique, il devra produire de l'acide acétique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la préparation de l'acide pyrotartrique;* *par* **M. A. Béchamp.**

« Dans l'intérêt du travail précédent, je me suis occupé de la préparation de l'acide pyrotartrique. Les procédés que les auteurs recommandent ne fournissent que peu de produit, et récemment un chimiste habile annonçait n'avoir pas réussi à en obtenir par ces mêmes procédés.

» On sait, d'après les recherches de M. Arppe, que la distillation d'un mélange intime, et à parties égales, de pierre ponce et d'acide tartrique, donne, en acide pyrotartrique, environ 7 pour 100 du poids de l'acide tartrique employé. L'auteur recommande de chauffer à feu nu et de se servir d'une cornue spacieuse, le mélange se boursouflant beaucoup.

» J'ai pensé que le premier effet de la chaleur devait être de transformer l'acide tartrique en acide anhydre, et que, dans les conditions où M. Arppe s'était placé, l'eau dégagée pouvait déterminer des pertes en dirigeant la réaction dans un sens anormal. Ne vaudrait-il pas mieux opérer directement sur l'acide anhydre? En le faisant, on obtient en effet une bien plus grande quantité de produit. Voici comment il convient d'opérer.

» On prend, par exemple, 400 grammes d'acide tartrique, on le chauffe à feu nu dans une capsule : la fusion étant opérée, elle est maintenue pendant quinze à vingt minutes, et continuée, en élevant un peu la température, jusqu'à ce que la matière commence à émettre des vapeurs acides; pendant que la masse est en pleine fusion, on y ajoute 400 grammes de pierre ponce

pulvérisée, récemment calcinée et encore chaude, même très-chaude. Le mélange, ayant été intimement fait, est coulé dans un mortier de métal bien sec; après l'avoir réduit en fragments, on en remplit aux trois quarts une cornue de verre munie de son récipient. On chauffe au bain de sable, modérément d'abord, en se guidant sur la rapidité de la distillation et surtout sur le dégagement des gaz et des vapeurs: si l'opération est bien conduite, les gaz ne sont pas chargés de vapeurs, et le liquide distillé n'est que peu coloré.

» Lorsque la distillation est terminée (il faut huit à neuf heures de chauffe pour les quantités prescrites), on trouve dans le récipient un liquide épais, peu coloré, qui souvent cristallise du jour au lendemain. Quoi qu'il en soit, on y ajoute un volume d'eau égal au sien, et, après avoir filtré, pour séparer une huile empyreumatique dont on n'évite pas la formation, la liqueur est concentrée par évaporation au bain-marie. Pour 1600 grammes d'acide tartrique, j'ai obtenu 325 grammes d'acide pyrotartrique cristallisé brut, c'est-à-dire près de 20 pour 100. La meilleure manière de le purifier consiste à le faire recristalliser dans l'alcool à 90 degrés C. Deux ou trois cristallisations le fournissent parfaitement blanc. »

MINÉRALOGIE. — *Sur les minéraux trouvés dans la mine de cuivre du cap Garonne (Var).* Note de **M. F. Pisani**, présentée par M. Des Cloizeaux.

« C'est dans la mine de cuivre du cap Garonne (département du Var), exploitée d'une manière intermittente depuis quelques années, qu'ont été trouvés les minéraux que je vais décrire. Plusieurs d'entre eux étaient complétement inconnus jusqu'ici en France, et ne s'étaient rencontrés en d'autres pays que dans un très-petit nombre de localités ou même dans une seule. Tous se trouvent en plaques ou enduits, plus rarement en géodes, dans les fissures d'un grès du keuper traversé par des veinules de sulfure et de carbonate de cuivre exploités pour ce métal. Ces minéraux sont: l'azurite, la malachite, le mimétèse, la barytine, l'olivénite, la brochantite, la lettsonite, la chalcophyllite et l'adamine. Ce sont surtout ces cinq derniers, trouvés pour la première fois en France, qui font l'objet de cette Communication.

» *Adamine.* Le plus intéressant de ces minéraux est sans contredit l'adamine, espèce qui n'est connue que depuis 1866. Ce métal a été décrit pour la première fois par M. C. Friedel (*Comptes rendus*, t. LXII, p. 692),

qui l'a trouvé dans un échantillon de Chañarcillo (Chili) appartenant à l'École des Mines, où il se présente sous forme de grains jaunes ou de petits cristaux violets, dans une gangue de calcaire et de limonite contenant de l'argent natif. M. Adam avait depuis quelques années, dans sa collection, un échantillon dont les caractères extérieurs lui paraissaient devoir fixer l'attention; il pria M. Des Cloizeaux de l'examiner, et celui-ci y retrouva la même substance en cristaux violets associés à de l'embolite. L'examen cristallographique fait par M. Des Cloizeaux sur ce minéral, ainsi qu'une analyse faite par M. Friedel, lui ont assuré sa place dans la série de minéraux comme arséniate de zinc hydraté (différent de la köttigite) et isomorphe avec l'olivénite, ainsi qu'avec la libéthénite.

» Plus tard M. Damour (*Comptes rendus*, t. LXVII, 7 décembre 1868) a décrit et analysé un arséniate de zinc hydraté, trouvé dans la mine de cuivre du cap Garonne (Var), présentant également la même composition, ayant la même densité et les mêmes clivages; les cristaux de cette localité sont lenticulaires et ressemblent à des graines de blé, avec une couleur gris-rosé, quelquefois rouge-carmin. Ils sont ordinairement rugueux et ternes, ce qui a empêché M. Des Cloizeaux d'en prendre des mesures exactes. Composée essentiellement d'arséniate de zinc, l'adamine de cette nouvelle localité contient en outre quelques centièmes de cuivre et de cobalt, par suite d'un mélange d'olivénite et d'érytrine. (M. Damour a observé, sur certains échantillons, de l'olivenite aciculaire qui souvent pénètre l'adamine.)

» Dans le courant de 1869, j'ai reçu plusieurs échantillons de la mine du cap Garonne, parmi lesquels, outre l'adamine en beaux cristaux, il y avait également plusieurs autres espèces, dont quelques-unes étaient encore inconnues en France, telles que la lettsonite, la chalcophyllite, etc. Les cristaux d'adamine que j'ai examinés ont quelquefois plus de 4 millimètres de longueur; ils sont très-allongés suivant la petite diagonale et formés du dôme e^1, ainsi que des faces du prisme m. Ces dernières sont toujours striées verticalement; quelquefois on y observe également les faces $b^{\frac{1}{2}}$ de l'octaèdre. Les faces e^1, étant toujours un peu ondulées, malgré l'éclat et la netteté apparente des cristaux, se prêtent difficilement à la mesure; il en est de même des faces m, à cause de leurs stries. Néanmoins, j'ai pu mesurer assez exactement les faces du prisme, sur de très-petits cristaux presque blancs (l'unique échantillon de cette teinte que j'aie rencontré), et l'angle mm a été trouvé de 91°47′ en moyenne. L'angle trouvé par M. Des Cloizeaux sur l'adamine du Chili est de 91°52′. Les plus beaux cristaux sont roses, sou-

vent à moitié teintés de vert, surtout vers les bords; d'autres sont gris-rosés, violacés, gris-verdâtres, verts, bruns, rarement blancs. J'ai également observé des cristaux lenticulaires en grains de blé, comme ceux qui ont été décrits antérieurement. On voit souvent aussi des croûtes cristallines ou enduits roses et de diverses teintes, ainsi que des veinules d'un beau rose. L'azurite et l'olivénite sont les minéraux qui accompagnent ordinairement l'adamine, plus rarement la lettsonite, la chalcophyllite et la brochantite. J'ai analysé une variété en croûte cristalline, d'un beau rose, qui m'a donné les nombres suivants :

		Oxygène.		Rapports.
Acide arsénique.....	38,50	13,4		5
Oxyde de zinc......	52,50	10,3	11,4	4
Oxyde de cobalt....	3,92	1,1		
Eau..............	3,57	3,1		1
	98,49			

Ce qui correspond à la formule $(\dot{Z}n, \dot{C}o)^4 \ddot{\ddot{A}}s + \dot{H}$.

» Comme on le voit, ces chiffres sont identiques à ceux qui ont été obtenus par M. Friedel pour l'adamine du Chili, et ceux qui avaient été déjà obtenus par M. Damour pour l'adamine du cap Garonne.

» Parmi les divers échantillons que j'ai examinés, j'en ai trouvé un qui a un aspect tout particulier et que j'ai cru d'abord devoir considérer comme une espèce différente de l'adamine et de l'olivénite. Il forme, sur le grès, une croûte composée de cristaux lenticulaires à éclat nacré, d'un vert céladon. A l'essai, on reconnaît que c'est un arséniate de zinc et de cuivre hydraté, ce qui m'avait fait espérer rencontrer ces deux métaux associés à équivalents égaux et former une espèce nouvelle.

» Une analyse faite sur cette substance m'a montré que c'était seulement une adamine très-cuprifère, ce qui d'ailleurs s'explique aisément par l'isomorphisme de cette espèce avec l'olivénite.

» Voici les résultats de mon analyse :

		Oxygène.		Rapports.
Acide arsénique......	39,85	13,8		5
Oxyde de zinc.......	31,85	6,2		
Oxyde de cuivre.....	23,45	4,7	11,2	4
Oxyde de cobalt......	0,52	0,1		
Chaux.............	0,87	0,2		
Eau...............	3,68	3,2		1
	100,22			

Ce qui conduit à la formule de l'adamine $(\dot{Z}n, \dot{C}u)^4 \ddot{\ddot{A}}^5 + \dot{H}$.

» Quant au cobalt, qui accompagne ordinairement l'adamine et lui donne cette teinte rose, on explique moins facilement sa présence, l'arséniate de cobalt (érythrine) n'étant point isomorphe avec l'olivénite. M. Damour suppose que, mêlé avec l'adamine, c'est précisément à cause de sa constitution si différente qu'il a sans doute gêné la cristallisation de ce minéral et produit ces cristaux lenticulaires à faces ondulées; cependant il paraît étonnant que, vu l'abondance des divers arséniates de cette mine, on n'ait pas rencontré un seul échantillon sur lequel il y eût tant soit peu d'érythrine. Le seul morceau que j'avais pris, à son aspect radié et d'un beau rose, pour de l'érythrine, s'est trouvé n'être qu'une adamine très-cobaltifère.

» *Chalcophyllite.* — Se trouve, sur le même grès, ordinairement associée à de la lettsonite. Elle se présente sous forme de petits rhomboèdres basés, très-aplatis, paraissant, au premier abord, être des paillettes hexagonales. Couleur vert-émeraude à éclat plus ou moins vif; quelquefois d'un vert bleuâtre à éclat faible et nacré, paraissant avoir subi un commencement de décomposition. Plus rare que l'adamine.

» *Lettsonite.* — Ce minéral si rare, qu'on n'a trouvé jusqu'à présent que dans le Bannat, forme, sur le grès de la mine du cap Garonne, de petites houppes soyeuses d'un bleu de ciel pâle. Elle est associée ordinairement avec l'azurite, la malachite et la chalcophyllite, quelquefois aussi avec l'adamine en veines. Elle est beaucoup plus rare que l'adamine, et, comme les morceaux n'en contiennent que fort peu, je n'ai pu en faire l'analyse quantitative.

» *Brochantite.* — En examinant un grand nombre de morceaux provenant de la même mine, j'ai remarqué une substance d'un beau vert-émeraude foncé, qu'un essai qualitatif m'a montré se composer d'acide sulfurique, d'oxyde de cuivre et d'eau. Insoluble dans l'eau, soluble dans les acides. L'examen de la forme cristalline m'a prouvé que ce minéral était de la brochantite, semblable, quant à l'aspect, l'éclat et la couleur des cristaux, à celle du Cumberland. La brochantite de cette nouvelle localité est ordinairement associée à de la malachite globuliforme, à de la lettsonite, à de l'adamine, ainsi qu'à de l'azurite. Elle forme de petites géodes dans le grès.

» *Olivénite.* — Ce minéral se présente ordinairement sous forme de cristaux aciculaires, d'un vert plus ou moins jaunâtre, et plus rarement en cristaux fasciculés, à surface ondulée comme ceux du Cornouailles. Souvent elle forme aussi des enduits mamelonnés, d'un vert se rapprochant de

celui de la malachite, ou bien des cristaux capillaires d'un jaune verdâtre. La variété mamelonnée contient ordinairement du zinc; il est d'ailleurs probable que, vu l'isomorphisme de ce minéral avec l'adamine, il doit y avoir plusieurs termes intermédiaires entre ces deux espèces, et l'arséniate double dont j'ai donné l'analyse en serait presque le terme moyen.

» *Mimétèse.* — J'ai rencontré un échantillon de ce minéral en cristaux hexagonaux fusiformes, d'un jaune verdâtre. Je l'ai encore retrouvé sur un autre morceau associé à l'olivénite, en petits prismes hexagonaux, courts, blancs, avec un éclat nacré.

» *Azurite, malachite, barytine.* — Le premier de ces minéraux est rarement bien cristallisé dans de petites géodes; le plus souvent, il forme des enduits cristallins ou croûtes formés de cristaux ordinairement crêtés; elle est souvent disséminée d'une manière irrégulière, faisant tache sur les plaques roses d'adamine, ainsi que sur les divers morceaux de grès de cette localité, ce qui leur donne un aspect tout particulier. La malachite se présente ordinairement sous forme de globules à côté de l'azurite, de l'adamine et de l'olivénite; parfois elle forme aussi des enduits mamelonnés ou terreux. La barytine se trouve assez rarement, sur des échantillons d'olivénite, en lames minces, incolores et transparentes; formes des cristaux : très-aplatis suivant la base. »

PHYSIQUE. — *Observation relative à une Note de* M. Duclaux *sur la formation des gouttes liquides.* Note de **M. Limouzin**, présentée par M. Bussy.

« Dans la dernière séance de l'Académie, M. Duclaux, par l'intermédiaire de M. H. Sainte-Claire Deville, a présenté une Note sur la formation des gouttes liquides. M. Duclaux propose d'utiliser la différence de volume des gouttes aqueuses et alcooliques à la recherche et au dosage de l'alcool. J'ai l'honneur de faire connaître à l'Académie que j'ai, au mois de février 1869, présenté à la Société de Pharmacie un instrument construit dans le même but et sur le même principe, et dont la description se trouve dans le *Journal de Pharmacie* de 1868.

» C'est à la suite d'un travail communiqué à la même époque à la même Société par M. Lebaigue, *sur les conditions d'écoulement du liquide par gouttes*, que cet appareil alcoométrique a été imaginé. »

ANATOMIE. — *Observations sur la structure de la corde dorsale du poisson nommé* Amphioxus lanceolatus. Note de **M. E. Moreau**, présentée par M. Duméril.

» Le squelette de l'*Amphioxus* est plus développé qu'on ne l'avait cru jusqu'à présent; il n'est pas réduit à la corde dorsale qui était considérée comme l'unique vestige de la charpente de cet animal. Il y a d'autres éléments qui constituent une colonne vertébrale d'un ensemble régulier; bien qu'ils ne soient pas isolés les uns des autres, ni séparés en vertèbres distinctes, il sera toujours facile de les reconnaître au moyen de coupes verticales.

» Nous verrons donc : A, une corde dorsale ; B, des lames vertébrales ou lames des neurapophyses et des hémapophyses supportant des apophyses épineuses ; C, des pièces qui soutiennent les nageoires.

» A. *Corde dorsale.* — Elle est composée de deux parties distinctes : 1° une enveloppe fibreuse assez dense; 2° une partie interne de tissu conjonctif strié.

» L'enveloppe de la corde dorsale est constituée par des couches de tissu fibreux qui peuvent être dissociées assez facilement. Ces couches n'ont pas partout la même épaisseur, et ce fait est d'une certaine importance, car il s'ensuit que la partie interne n'est pas un cylindre régulier, mais présente des étranglements qui sont l'indice d'une ébauche de vertèbres.

» La partie interne de la corde dorsale est très-remarquable; elle est d'un type tout particulier que je n'ai jamais rencontré dans la classe des Poissons. Elle a été étudiée par des anatomistes distingués, qui ont donné de sa structure des descriptions différentes. D'après M. de Quatrefages, elle serait formée de cellules allongées; d'après J. Müller, de disques placés en travers; d'après Paul Bert, de lamelles bifurquées à partir du centre. Diverses préparations m'ont fait voir que cette partie interne est composée d'un tissu strié dont les lames sont transversales et toujours dirigées suivant le grand axe de la corde. Elles sont minces, courtes et étroites. Il n'y a, dans les adultes, aucune trace de cellules ni de noyaux ; mais ces éléments anatomiques doivent exister chez les jeunes; s'il en était autrement, on aurait encore sous les yeux une exception bien extraordinaire. Il serait même difficile de comprendre le développement de la corde dorsale sans la présence de ces éléments. Pour faire cesser, je l'espère, des contradictions plus apparentes que réelles, je crois devoir indiquer le résultat d'observations plusieurs fois vérifiées.

» Si l'on examine des poissons pris dans deux familles très-éloignées l'une de l'autre, mais à corde dorsale tout à fait persistante et conservant sa forme primitive comme dans l'Esturgeon et la Lamproie de rivière, on reconnaîtra que les éléments anatomiques se conservent beaucoup plus longtemps dans ces animaux que dans les Poissons osseux et surtout que dans les Plagiostomes; on trouvera donc constamment, pendant une assez longue période de croissance, des cellules dans la corde dorsale des jeunes Esturgeons et des Ammocètes. Puis, après un temps variable, mais qui peut être relativement très-long (deux à trois ans même dans l'Ammocète), les cellules commenceront à diminuer en raison du développement de l'animal et finiront par disparaître entièrement chez l'Esturgeon adulte et chez la Lamproie. Il résulte donc de ce qui précède que la description de la corde dorsale de ces animaux, quoique faite avec la plus scrupuleuse exactitude, pourra être complétement différente suivant la phase de développement du sujet soumis à l'étude.

» B. *Des apophyses.* — A la région dorsale, deux lames vertébrales partent des côtés de la corde et vont se rencontrer sous un angle assez prononcé. Ces lames ou neurapophyses forment les parois latérales du canal rachidien et portent l'apophyse épineuse. La corde dorsale, à sa partie opposée, donne deux apophyses latérales qui sont les lames de l'hémapophyse. Ces lames, dans la région abdominale, sont triangulaires et peu développées; mais, en arrière de l'anus, elles s'allongent, marchent à la rencontre l'une de l'autre, se soudent par leur extrémité, formant ainsi un canal complet dans lequel sont contenus des vaisseaux. Sur l'extrémité de ces lames, on trouve encore une apophyse simple ou bifurquée qui est l'hémépine.

» C. *Pièces soutenant les nageoires et principalement la dorsale.* — La nageoire dorsale est soutenue par des pièces particulières qui sont très-faciles à voir sur l'animal vivant et sans aucune espèce de préparation. Elles ont été regardées par J. Müller comme représentant les rayons de la dorsale, et par M. de Quatrefages comme répondant aux apophyses épineuses. Une coupe perpendiculaire examinée au microscope montre que ces pièces n'ont pas partout la même épaisseur. Elles ont à peu près la forme d'un ovale allongé dont la partie rétrécie est en rapport avec l'apophyse épineuse. Elles sont recouvertes par un tissu fibreux semblable à celui de l'enveloppe de la corde dorsale. Ces pièces, en raison de leurs rapports, ne peuvent être considérées comme des apophyses épineuses, ni, je pense, comme de simples rayons de la dorsale; elles sont plutôt le résultat de la fusion de ces der-

niers avec les interépineux. Des pièces homologues, mais moins développées, se trouvent également dans l'anale.

» *Moelle épinière.* — Quant à la moelle, seule elle suffirait, en l'absence d'autres caractères, pour fixer la place que doit occuper l'*Amphioxus* dans la série animale. Elle porte les traces d'un sillon antérieur et d'un sillon postérieur; elle est traversée par un canal central; elle présente, en un mot, une structure analogue à celle des autres vertébrés. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Observation des effets de l'aurore boréale du 5 avril sur les lignes télégraphiques ottomanes.* Note de **M. Lacoine**, présentée par M. Le Verrier. (Extrait.)

« Le 5 avril, vers 2 heures du soir, heure moyenne de Constantinople, pendant que la station de Péra transmettait à celle de Semlin, par l'appareil Hughes, le travail devint presque subitement impossible.....

» Me trouvant présent à la station de Péra, je procédai rapidement à quelques expériences faites avec les appareils de transmission.

» ..... De tous les faits que j'ai observés, et quoique je n'aie pu observer à la boussole, j'ai dû conclure que la ligne était parcourue par un fort courant continu, mais variable; ce courant était en général de sens contraire à celui de la transmission et par conséquent dirigé de l'ouest à l'est, sur la ligne, ce qui indiquerait un courant terrestre du nord au sud, vu la position oblique de la ligne; mais l'existence d'un fort courant de décharge, par conséquent de même sens que celui du travail, complique la question. Ce courant naturel n'était pas dû à l'action d'un orage; je l'ai d'abord attribué à l'influence d'une aurore boréale, quoique ce genre d'influence soit bien rare dans nos contrées. Je crois pourtant qu'il faut aussi admettre l'action des nuées fortement électriques et circulant au-dessus de la ligne, comme ayant contribué à compliquer les faits observés; car le même jour il est tombé de la grêle à Constantinople et en divers points de la ligne, en assez grande quantité. Enfin, deux jours après, j'ai appris qu'une aurore boréale était apparue, à peu près au moment où mes observations ont été faites.

» Il me semble donc certain que les effets qui ont eu lieu ici sont dus aux deux causes combinées de l'aurore boréale et des nuées électriques; car, à ma connaissance, l'aurore boréale n'a pas causé de perturbations sensibles sur nos autres lignes.

» Le phénomène cessa à 4 heures, pour reprendre de $4^h 30^m$ à 5 heures, mais plus faible; il reparut encore, mais très-faible, de $10^h 30^m$ à minuit: le courant circulait encore dans le même sens que le matin. »

M. **Prunières**, de Marvejols (Lozère), adresse quelques échantillons de charbon de bois et de bois à demi carbonisé qu'il a recueillis, dans les montagnes d'Aubrac (Lozère), à 40 mètres de profondeur, dans un dépôt sédimentaire situé entre le granite et le basalte.

Dans ce dépôt sédimentaire, on rencontre des vestiges de bois à différentes distances de la roche basaltique : les plus rapprochés de cette dernière ont été changés en charbon, tandis que d'autres plus éloignés n'ont été qu'à demi carbonisés, et que ceux qui en sont plus distants encore n'ont pas subi de transformation. Ces divers vestiges de bois apportent ainsi une preuve irrécusable de l'ancienne chaleur du basalte.

Certains fragments de bois portent d'ailleurs des entailles remarquables, qui devront être étudiées à un autre point de vue.

M. E. **Duchemin** transmet à l'Académie les remarques qui lui ont été adressées par divers observateurs, et qui confirment les assertions énoncées dans sa précédente Note, intitulée « Singulière cause de la mortalité des carpes d'un vivier ».

(Renvoi à l'examen de MM. Milne Edwards et Blanchard.)

La séance est levée à 4 heures trois quarts. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 2 mai 1870, les ouvrages dont les titres suivent :

Le Lépidosiren et le Protoptère appartiennent à la classe des Poissons, où ils sont les types de la sous-classe des Dipnés; par M. Duméril, Membre de l'Institut. Angers, sans date; br. in-8°. (Extrait des *Annales de la Société Linnéenne de Maine-et-Loire*, t. XII.)

De la vessie natatoire des Ganoïdes et des Dipnés; par M. Aug. Duméril, Membre de l'Institut. Angers, 1870; br. in-8°. (Extrait des *Annales de la Société Linnéenne de Maine-et-Loire*, t. XII.)

Essai sur le cancer de la prostate; par M. J. Jolly. Paris, 1869; in-8°. (Présenté par M. Bouillaud, pour le concours du prix Godard, 1870.)

Des compte-gouttes et des conditions d'écoulement des liquides par gouttes; par M. Lebaigue. Paris, 1867; br. in-8°. (Extrait de *l'Union pharmaceutique.*)

Notice sur un compte-gouttes de précision; par M. E. Lebaigue. Paris, sans date; opuscule in-8°. (Extrait du *Journal de Pharmacie et de Chimie.*)

Alcoomètre œnomètre de MM. Berquier *et* Limousin. Paris, sans date; opuscule in-8°. (Extrait du *Répertoire de Pharmacie.*)

Société scientifique et littéraire d'Alais, 3e bulletin. Alais, 1870; in-8°.

Extraits de géologie. 2e partie : *Lithologie; par* MM. Delesse *et* de Lapparent. Sans lieu ni date; in-8°. (Extrait des *Annales des Mines,* 1870.)

Annuaire des eaux et forêts pour 1870, 9e année. Paris, 1870; in-18.

Note sur les anciens glaciers du plateau central de la France; par M. Ed. Collomb. Paris, 1870; br. in-8°. (Tiré des *Archives de la Bibliothèque universelle,* janvier 1870.)

Cryptogamie illustrée, ou Histoire des familles naturelles des plantes acotylédones d'Europe : famille des Lichens; par M. C. Roumeguère. Paris et Toulouse, 1868; in-4° texte et planches.

Mélanges; par M. C. Roumeguère. Toulouse, 1850-1859; 1 vol. in-8° relié.

(Ces deux derniers ouvrages sont adressés par l'auteur au concours Desmazières, 1870.)

Nouveau système du monde. Boniment — Réclame d'un poëte à la recherche d'un éditeur; par M. A. F. — Versailles, sans date; br. in-18. (20 exemplaires.)

Catalogus Musei botanici Lugduno-Batavi digessit F.-A.-Guil. Miquel. Pars prima : *Flora japonica.* Amstelodami, MDCCCLXX; in-8°.

Annales Musei botanici LugdunoBatavi edidit F.-A.-Guill. Miquel, t. IV, fasciculus 5 à 10. Amstelodami, MDCCCLXIX; in-folio.

The... *Éphémérides américaines et Nautical Almanach* pour l'année 1871. Washington, 1869; in-8°.

Proceedings... *Procès-verbaux de la Société mathématique de Londres,* n° 20. Londres, sans date; in-8°.

Memoria... *Mémoire relatif à la vie du prof.* D.-Antonio Balbi; *par* M. P. Casaccia. Gênes, 1868; in-8°.

Atti... *Actes de la Société économique de Chiavari*, décembre 1868, 2e édition, et juillet 1869. Chiavari, 1868 et 1869; 2 broch. in-8°.

De' lavori... *Les travaux académiques de l'Institut royal d'encouragement aux Sciences naturelles, économiques et technologiques de Naples pendant l'année* 1869. Naples, 1870; in-4°.

Memorie... *Mémoires de l'Institut royal vénitien des Sciences, Lettres et Arts*, t. XIV, 3e partie. Venise, 1870; in-4°.

Enumeratio plantarum in regionibus cis- et transiliensibus a Cl. SEMENOVIO, anno 1857, *collectarum; auctoribus* E. REGEL *et* F.-Ab. HERDER. Moskau, 1869; in-8°.

Enumeratio plantarum in regionibus cis- et transiliensibus a Cl. SEMENOVIO, anno 1857, *collectarum. Continuatio* III (cum tabula IV); *auctoribus* E. REGEL *et* F.-Ab. HERDER. Mosquæ, 1868; in-4°.

Reisen... *Voyages dans le sud de la Sibérie orientale, exécutés par ordre de la Société impériale de Géographie de Russie, dans les années* 1855-1859; *par* M. G. RADDE. Partie botanique : *Monopétales, publiée par* M. F. DE HERDER, t. III, 2e et 3e cahiers. Moscou, 1867-1869; 2 broch. in-8°.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS D'AVRIL 1870.

Annales de l'Agriculture française; nos 5 et 6, 1870; in-8°.

Annales de la Société d'Hydrologie médicale de Paris; 7e et 8e livraisons, 1870; in-8°.

Annales de l'Observatoire Météorologique de Bruxelles; n° 2, 1870; in-4°.

Annales des Conducteurs des Ponts et Chaussées; mars 1870; in-8°.

Annales du Génie civil; avril 1870; in-8°.

Annales industrielles; nos 10 à 12, 1870; in-4°.

Annuaire de la Société Météorologique de France; tableaux, feuilles 6 à 10, 1870; in-8°.

Atti dell' Ateneo Veneto; 4e cahier, 1870; in-8°.

Bibliothèque universelle et Revue suisse; n° 148, 1870; in-8°.

Bulletin de l'Académie impériale de Médecine; nos des 31 mars et 15 avril 1870; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine de Belgique, t. III, n° 12, 1869; et t. IV, n°s 1 et 2, 1870; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique; n° 3, 1870; in-8°.

Bulletin de la Société d'Anthropologie de Paris; mai à juillet 1869; in-8°.

Bulletin de la Société Botanique de France; compte rendu, n° 5. Revue bibliographique A, t. XV, feuilles 16 et 17, 1870; in-8°.

Bulletin de la Société de Géographie; mars 1870; in-8°.

Bulletin de la Société française de Photographie; avril 1870; in-8°.

Bulletin de la Société Géologique de France; feuilles 1 à 10, 1870; in-8°.

Bulletin général de Thérapeutique; 15 et 30 avril 1870; in-8°.

Bulletin hebdomadaire du Journal de l'Agriculture; n°s 15 à 18, 1870; in-8°.

Bulletin météorologique mensuel de l'Observatoire de l'Université d'Upsal; t. II, n°s 2 et 3; in-4°.

Bullettino meteorologico dell' Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto; t. IV, n° 12, 1869; et t. V, n° 1, 1870; in-4°.

Bullettino meteorologico del R. Osservatorio del Collegio Romano; n° 3, 1870; in-4°.

Catalogue des Brevets d'invention; n°s 9 à 11, 1870; in-8°.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences; n°s 14 à 17, 1er semestre 1870; in-4°.

Correspondance slave; n°s 27 à 34, 1870; in-4°.

Cosmos; n^{os} des 2, 9, 16, 23, 30 avril 1870; in-8°.

Gazette des Hôpitaux; n°s 41 à 51, 1870; in-4°.

Gazette médicale de Paris; n°s 15 à 18, 1870; in-4°.

Journal d'Agriculture pratique; n°s 14 à 17, 1870; in-8°.

Journal de Chimie médicale, de Pharmacie et de Toxicologie; avril 1870; in-8°.

Journal de l'Agriculture; n° 91, 1870; in-8°.

Journal de la Société impériale et centrale d'Horticulture; mars 1870; in-8°.

Journal de l'Éclairage au Gaz; n° 26, 1870; in-4°.

Journal de Mathématiques pures et appliquées; février et mars 1870; in-4°.

Journal de Médecine vétérinaire militaire; février 1870; in-8°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; avril 1870; in-8°.

Journal des Connaissances médicales et pharmaceutiques; n°s 10 à 12, 1870; in-8°.

(*La suite du* Bulletin *au prochain numéro.*)